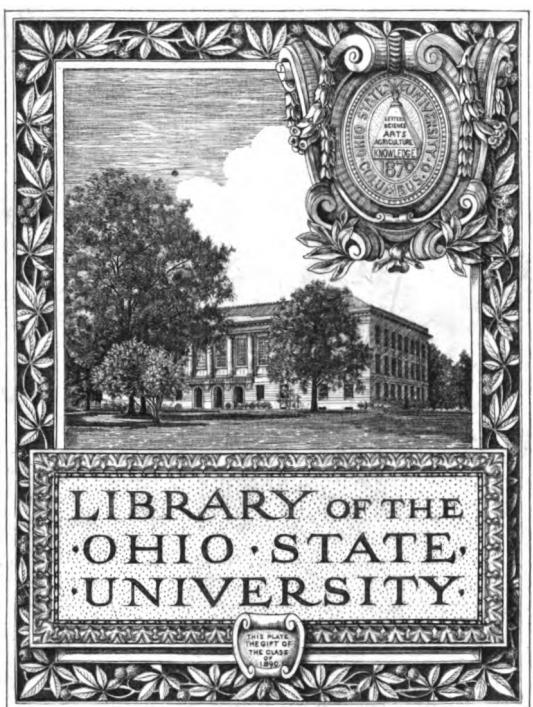


SOCIÉTÉ

DES SCIENCES, DES ARTS & DES LETTRES DU HAINAUT

MÉMOIRES & PUBLICATIONS

VIe SÉRIE

TOME V

55e VOLUME DE LA COLLECTION

MÉMOIRES

ET

PUBLICATIONS

DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DES ARTS ET DES LETTRES DU HAINAUT

ANNÉE 1903

MONS

DEQUESNE-MASQUILLIER & FILS, IMPRIMEURS-ÉDITEURS

M DCCCCIII

LISTE DES MEMBRES

DE LA

Société des Sciences, des Arts et des Lettres

DU HAINAUT

DÉCEMBRE 1903

COMMISSION ADMINISTRATIVE

Président : M. AUGUSTE HOUZEAU DE LEHAIE.
Vice-Président : M. PAUL LADURON.
Secrétaire général : M. CAMILLE WILIQUET.
Secrétaire : M. ÉMILE HUBLARD.
Archiviste : M. JULES DECLÈVE.
Bibliothécaire : M. LÉON LOSSEAU.
Trésorier : M. LÉOPOLD LORET.
Questeurs : MM. ADOLPHE DASTOT, A. LONAY, ÉMILE PRUD'HOMME et A. WINS.
Membres de la Commission des comptes : MM. DECLÈVE, DEVILLERS et PRUD'HOMME.
Membres de la Commission des publications : MM. HOUZEAU DE LEHAIE, président ; DECLÈVE, DEVILLERS, LADURON, LORET, WILIQUET et HUBLARD secrétaire.

MEMBRES EFFECTIFS :

Messieurs :

BISET, Edmond, docteur en médecine, à Mons.
BOURLARD, Émile, avocat, à Mons.
CAMBIER, Omer, juge de paix, à Pâturages.
CARLIER, Jules, homme de lettres, ancien membre de la Chambre des Représentants, à Bruxelles.
CORNET, Jules, professeur à l'École des Mines du Hainaut, chargé de cours à l'Université de Gand, à Mons.
DASTOT, Adolphe, docteur en médecine, à Mons.
DE BOVE, Auguste, candidat en philosophie et candidat en droit, à Boussu.
DECLÈVE, Jules, littérateur, à Mons.
DEGAND, René, avocat, à Mons.
DELAUNOIS, Gustave, docteur en médecine, à Péruwelz.
DELFORGE, Maximilien, docteur, médecin de régiment au 5e Régiment de ligne, à Tournai.
DEMOUSTIER, Adolphe, avocat, à Mons.
DEQUESNE, Paul, éditeur, à Mons.
DESENFANS, Ernest, avocat, à Mons.
DEVILLERS, Léopold, conservateur honoraire des archives de l'État, archiviste de la Ville, président du Cercle archéologique, membre de la Commission royale d'histoire et de la Commission provinciale de statistique, à Mons.
DONY, Émile, professeur à l'Athénée royal, à Mons.
DUFRASNE, Joseph, littérateur, ancien directeur de la Société des Houillères Unies de Charleroi, à Mons.
du SART de BOULAND, Raoul (le baron), gouverneur de la province de Hainaut, à Mons.
DUTRIEUX, Henri, ingénieur, chef de service à l'Administration des Chemins de fer de l'État, à Mons.
FRANCART, Henry, avocat, à Mons.
FRANÇOIS, Antoine, littérateur, à Mons.
HERMAN, Dr, directeur de l'Institut bactériologique, à Mons.
HEUPGEN, Georges, avocat, ancien membre de la Chambre des Représentants et ancien conseiller communal, à Mons.
HEUPGEN, Paul, docteur en droit, secrétaire général de l'Administration des Hospices civils, à Mons.
HOUZEAU de LEHAIE, Auguste, sénateur, professeur à l'École des Mines du Hainaut, membre de la Commission provinciale de statistique, à Mons.

Messieurs :

HUBERT, Joseph, architecte-ingénieur, membre et secrétaire du Comité provincial des monuments, à Mons.
HUBLARD, Émile, docteur en sciences naturelles, à Mons.
JOTTRAND, Achille, directeur honoraire des Mines, à Mons.
JOTTRAND, Auguste, avocat, à Mons.
JOTTRAND, Émile, avocat, directeur de l'Institut commercial des Industriels du Hainaut, à Mons.
LADURON, Paul, ancien directeur de l'École moyenne et de l'École industrielle de Saint-Ghislain, à Mons.
LECLERCQ, Georges, avocat, échevin de la ville de Mons, à Mons.
LINDEMAN, Émile, professeur à l'Athénée royal, à Mons.
LONAY, Alexandre, agronome de l'État, à Mons.
LORET, Léopold, littérateur et éditeur, à Mons.
LOSSEAU, Léon, avocat, docteur en sciences politiques et administratives, à Mons.
MAGIN, Joseph, professeur à l'Athénée royal, à Mons.
MASSON, Fulgence, avocat, échevin de la ville de Mons, à Mons.
MATTHIEU, Ernest, avocat, docteur en sciences politiques et administratives, à Enghien.
MIRLAND, Victor, professeur de chimie à l'École des Mines du Hainaut, à Mons.
PENY, Edmond, ingénieur, administrateur des Sociétés charbonnières de Mariemont et de Bascoup, à Morlanwelz.
PENY, Georges, docteur en sciences chimiques, à Casteau.
PRUD'HOMME, Émile, archiviste-adjoint de l'État, à Mons.
PUTSAGE, Paul, chimiste, à Mons.
QUINTIN, Frédéric, docteur en médecine, à Leuze.
SOHIER, Maurice, avocat, conseiller communal, membre suppléant de la Chambre des Représentants, à Mons.
VAN DEN DAELE, Oscar, professeur à l'Athénée royal, à Mons.
VANHASSEL, Valentin, docteur en médecine, à Pâturages.
WEILER, Julien, ingénieur, chef de service de la Société des charbonnages de Mariemont, à Morlanwelz.
WÉRY, Vincent, président honoraire du Tribunal de première instance, à Mons.
WEYLAND, Michel, colonel, à Mons.
WILIQUET, Camille, docteur en droit, greffier provincial, à Mons.
WINANT, Léon, avocat, à Mons.
WINS, Alphonse, juge au tribunal de première instance, à Mons.

MEMBRES CORRESPONDANTS :

Messieurs :

ARNOULD, Louis, professeur à l'Université de Poitiers, Poitiers.
AUBERT, chanoine de la cathédrale, à Poitiers.
BAMPS, C., médecin, ancien échevin de la ville de Hasselt, membre de la Commission médicale provinciale, à Hasselt.
BECH, Théodore, général du Génie, à Anvers.
BELVAL, Maurice, publiciste, à Bruxelles.
BEUDIN, docteur en médecine, à Bruxelles.
BEQUET, A., président de la Société archéologique de Namur, à Namur.
BERGMANS, bibliographe, à Gand.
BERLIÈRE, Ursmer (dom), bénédictin, directeur de l'École historique belge, à Rome.
BODDAERT, Henry, docteur en philosophie et lettres, avocat à la Cour d'appel de Gand.
BOGHAERT, Arthur, littérateur, à Bruxelles.
BORMAMS, Stanislas, administrateur-inspecteur de l'Université, président de l'Académie royale et de la Commission royale d'histoire de Belgique, à Liége.
BOULLAND, publiciste, à Bruxelles.
BOUTHORS, Alexandre, greffier en chef de la Cour d'appel, à Amiens.
BROCHART, médecin des bains de la Tremblade (Charente Inférieure).
BROERMAN, Eugène, artiste peintre, à Bruxelles.
BULS, Charles, ancien bourgmestre de Bruxelles, à Bruxelles.
CAMBIER, Augustin, inspecteur honoraire de l'enseignement moyen, à Schaerbeek.
CARTUYVELS, Jules, ingénieur, à Bruxelles.
CARTUYVELS, Maurice, docteur en droit, à Paris.
CASIER, Jos., président de l'Association belge de photographie, à Gand.
CATTIER, Félicien, avocat, professeur à l'Université, à Bruxelles.
CHALON, Jean, naturaliste, à Namur.
CHANSON, conseiller à la Cour, à Toulouse.
CHAUVIN, Victor, professeur à l'Université, à Liége.
CLADEL, Judith (Melle), à Paris.
COCHETEUX, docteur en médecine, attaché à l'Hôpital civil, à Valenciennes.
CONS, Henri, recteur de l'Académie, à Poitiers.
COPPIN, Marguerite (Melle), femme de lettres, à Bruges.

Messieurs :

CROUZELS, bibliothécaire de la Faculté de droit, à Toulouse.
CUMONT, G., avocat à la Cour d'appel, à Bruxelles.
D'ANDURAN, docteur en médecine, à La Rochelle.
DANSE, Auguste, graveur, ancien professeur à l'Académie de Mons, à Uccle, près Bruxelles.
DAVELUY, Édouard, publiciste et journaliste, à Bruges.
de BEHAULT de DORNON, Armand, attaché à la Direction du Commerce et des Consulats au Ministère des Affaires étrangères, ancien secrétaire général de la Société d'archéologie de Bruxelles, à Bruxelles.
DE BOSSCHERE, professeur à l'École normale de Lierre, à Anvers.
DE CAGNY, Paul, chanoine honoraire de la cathédrale d'Amiens, à Ansiemain.
DE JOANNES, Édouard, professeur, à Paris.
de JOUFFROY d'ABBANS, L. (le comte), consul de France, à Singapour.
de KERCHOVE de DENTERGHEM, Oswald (le comte), Sénateur, ancien gouverneur du Hainaut, à Gand.
DE LA CROIX, (le R. P.), archéologue, à Poitiers.
DE LA BOURALIÈRE, archéologue, à Poitiers.
DE LANGE, Émile, directeur de l'École des arts industriels de Munich.
DE LE COURT, Jules, président de la Cour d'appel, à Bruxelles.
DELECROIX, Émile, avocat, directeur de la Revue de la législation des mines, à Lille.
de LEVAL, Gaston, avocat à la Cour d'appel, à Bruxelles.
de LOË (baron), conservateur aux musées royaux des arts décoratifs et industriels, Parc du Cinquantenaire, à Bruxelles.
DEMARTEAU, Joseph, professeur à l'Université, à Liége.
DEMEULDRE, Amé, président du Cercle archéologique du canton de Soignies, à Bruxelles.
DEMOOR, Jean, docteur agrégé de l'Université de Bruxelles, à Bruxelles.
de MUNCK, Émile, géologue, à Saventhem, près Bruxelles.
de OLIVART (le marquis), député aux Cortès, à Barcelone.
DE PUYDT, Julien, ingénieur civil, à Saint-Gilles, lez-Bruxelles.
de ROISIN, Ferdinand (le baron), littérateur, à Lille.
DESCAMPS, Frédéric, professeur à l'Athénée royal d'Ixelles, à Bruxelles.
DESMARRES, Alphonse, docteur en médecine, professeur d'ophtalmologie, chevalier de la Légion d'honneur, à Paris.

Messieurs :

DEVERCY, sculpteur, à Paris.
DEVÈZE, ALBERT, avocat à la Cour d'appel, à Bruxelles.
DEWALQUE, GUSTAVE, professeur à l'Université, membre de l'Académie royale de Belgique, à Liége.
D'HERBOMEZ, ARMAND, ancien élève de l'École des chartes, à Bruxelles.
DOGNÉE DE VILLERS, EUGÈNE, docteur en droit et archéologue, à Liége.
DORCHAIN, AUGUSTE, littérateur, à Paris.
DRAMARD, conseiller honoraire à la Cour, à Limoges.
DRESSE, EDMOND, avocat, à Liége.
DUBOIS, ALBERT, vice-consul d'Espagne, à Bruxelles.
DUBOIS, professeur à l'Université, à Gand.
DU CHASTEL, FERDINAND (le comte), naturaliste, à Bruxelles.
DUFOUR, CHARLES, conservateur du musée d'antiquités, à Amiens.
DU MAROUSSEM, professeur à la Faculté de droit de Paris, délégué de l'Office du Travail de France, à Meudon.
DUPONT, naturaliste, à Paris.
DUPONT, ÉDOUARD, membre de l'Académie royale de Belgique, directeur du musée royal d'histoire naturelle, à Boitsfort.
DUVIVIER, MAURICE, avocat à la Cour d'appel, à Bruxelles.
ERRERA, LÉO, professeur à l'Université libre, membre de l'Académie royale de Belgique, à Bruxelles.
ERRERA, PAUL, avocat, professeur à l'Université libre de Bruxelles, à Bruxelles.
FAGGIOLI, FAUSTRO, docteur, professeur à l'Institut biologique de l'Université de Gênes, à Gênes.
FAYE, Président de la Société archéologique de Touraine, Tours.
FÉTIS, ÉDOUARD, conservateur en chef de la bibliothèque royale, membre de l'Académie royale de Belgique, à Bruxelles.
FINOT, JULES, archiviste départemental du Nord, à Lille.
FIRKET, inspecteur général des mines, à Liége.
FOUCART, E.-V., doyen de la Faculté de droit, à Poitiers.
FOUCART, LÉON, inspecteur de l'enseignement primaire, à Bruxelles.
FRÉDÉRICQ, LÉON, professeur à l'Université de Liége, à Liége.
GANESCO, FERNAND, journaliste, à Paris.
GÉRARDIN, A., docteur ès-sciences, agrégé de l'Université, inspecteur des établissements insalubres, à Paris.
GOMARD, littérateur, à Saint-Quentin.
GRELLOIS, EUGÈNE, ancien secrétaire de l'Académie, à Metz.

Messieurs :

GUILLORY, aîné, président de la Société industrielle, à Angers.
HAMAL, CHARLES, ingénieur principal des Mines, à Namur.
HANICQ, conseiller communal, à Saint-Gilles.
HANUISE, ancien professeur à l'École des Mines du Hainaut, à Bruxelles.
HAUTTECŒUR, HENRY, industriel, à Bruxelles.
HENNEBICQ, JOSÉ, avocat à la Cour d'appel, à Bruxelles.
HENNEBICQ, LÉON, avocat à la Cour d'appel, à Bruxelles.
HERPIN, LUCE (Melle), littérateur, à Paris.
HOCART, pasteur, à Bruxelles.
HONORÉ, ALFRED, ingénieur, littérateur, à Paris.
HOUZÉ, médecin, professeur à l'Université libre de Bruxelles, ancien président de la Société d'anthropologie, à Bruxelles.
HUBERTI, GUSTAVE, professeur au Conservatoire royal de musique, à Bruxelles.
JACQUES, VICTOR, médecin, professeur à l'Université libre, secrétaire général de la Société d'anthropologie, à Bruxelles.
JANET, CHARLES, ingénieur, à Beauvais.
JOVANOVIC, MILAN-PAUL, membre correspondant de la Société de législation comparée de Paris et de l'Académie de législation de Toulouse, à Vukovar, sur le Danube (Slavonie).
KAISER, G., attaché au Ministère du Travail, à Bruxelles.
KREMER, PIERRE, peintre, à Anvers.
LA FONTAINE, HENRI, avocat à la Cour d'appel de Bruxelles, sénateur, membre fondateur de l'Institut international de bibliographie, à Bruxelles.
LALLEMANT, président de la Société d'Emulation, Cambray.
LAMBERT, GUILLAUME, ingénieur principal des Mines, professeur à l'Université de Louvain, à Bruxelles.
LAMEERE, AUGUSTE, professeur à l'Université libre de Bruxelles, à Bruxelles.
LANCASTER, A., directeur du service météorologique à l'Observatoire royal, à Bruxelles.
LAURENT, O., professeur à l'Université libre de Bruxelles, à Bruxelles.
LEBRUN, PAUL, professeur au Conservatoire royal de musique, à Gand.
LECLÈRE, LÉON, professeur à l'Université libre, à Bruxelles.
LEFEBVRE, membre de la Société malacologique de Belgique, à Trois Ponts.
LEFÈBVRE-PONTALIS, directeur de la Société française d'archéologie, à Paris.

Messieurs :

LE JOLIS, A., directeur perpétuel de la Société nationale des sciences naturelles de Cherbourg.
LEVY, EDMOND, professeur d'archéologie, à Rouen.
LORET, VICTOR, maître de conférences à l'Université, à Lyon.
LUBMANN, Dr, directeur de la Bibliothèque royale de Bavière, à Munich.
LY-CHAO-PEE, mandarin, ancien secrétaire interprète de la Mission chinoise en Europe, à Paris.
MAGNETTE, professeur à l'Athénée royal, à Liége.
MAGNIEN, CHARLEMAGNE, artiste-dessinateur, à Bruxelles.
MAHAIM, ERNEST, professeur à l'Université de Liége, à Liége.
MALAISE, CONSTANTIN, professeur honoraire à l'Institut agricole de l'État, membre de l'Académie royale de Belgique, à Gembloux.
MARIQUE, J.-M.-J., littérateur, à Namur.
MASPERO, membre de l'Institut, professeur au Collège de France, à Paris.
MASURE, LOUIS, avocat à la Cour d'appel, secrétaire de l'Institut international de bibliographie, à Bruxelles.
MENARD, professeur honoraire du Lycée, à Poitiers.
MERTENS, JULES, avocat, à Anvers.
MINAS TCHERAZ, ancien professeur d'arménien au King's College de Londres, directeur du journal l'*Arménie*, à Paris.
MONET, PAUL, professeur de rhétorique à l'Athénée royal de Bruges, à Bruges.
MONSEUR, EUGÈNE, professeur de philologie comparée à l'Université libre de Bruxelles, à Bruxelles.
MOURONVAL, docteur en médecine, à Bapaume.
MUSSCHE, PAUL, littérateur, à Bruxelles.
NAVEZ, LOUIS, homme de lettres, à Schaerbeek.
NEEF DE ROSSIUS, JULES, président de la Société libre d'émulation, à Liége.
OTLET, PAUL, avocat, secrétaire de l'Office international de bibliographie, à Bruxelles.
PARENT, MARIE (Melle), à Bruxelles.
PARET, docteur en médecine, à Handzaeme.
PASSY, FRÉDÉRIC, économiste, à Paris.
PAULET, LÉON, littérateur, à Stratfort-upon-Avon (Angleterre).
PELSENEER, PAUL, professeur, membre de l'Académie royale de Belgique, à Gand.

Messieurs :

PETIAU, Benoit, docteur en médecine, à Saint-Amand-les-Eaux.
PETRY, Adolphe, inspecteur honoraire de l'enseignement, à Dinant.
PIÉRARD, Joachim, littérateur, à Paris.
PIRENNE, Henri, professeur à l'Université de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique, à Gand.
POPELIN (Melle), docteur en droit, à Bruxelles.
PREUD'HOMME DE BORRE, A., ancien conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, villa des Fauvettes, Petit Saconnex, Genève.
RANZI, Ange, administrateur de l'Institut historique, à Paris.
RAVAIL, P.-J., avocat à la Cour d'appel, à Poitiers.
REDET, archiviste du département de la Vienne, à Poitiers.
RENARD, Camille, professeur émérite à l'Université de Liége, à Liége.
RETTÉ, Adolphe, homme de lettres, à Paris.
ROERSCH, Alphonse, ancien élève de l'École des hautes études de Paris, chargé de cours à l'Université, à Gand.
ROLIN, Henri, avocat à la Cour d'appel et professeur à l'Université libre, à Bruxelles.
ROZÈS, avocat, à Toulouse.
RUTOT, conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, à Bruxelles.
SANDBERGER, Dr, conservateur des œuvres musicales de la Bibliothèque royale de Bavière, à Munich.
SEGARD, Achille, avocat à la Cour d'appel, à Paris.
SÉVERIN, Fernand, homme de lettres, professeur à l'Athénée royal, à Louvain.
SMITH, Lawrence, professeur de chimie à l'Université de Virginie, à Richemond.
SPAAK, Paul, avocat à la Cour d'appel, à Bruxelles.
STOFFELS, critique d'art, à Anvers.
STOQUART, Émile, avocat à la Cour d'appel, à Bruxelles.
TART, Louis, avocat à la Cour d'appel et professeur à l'Institut des hautes études commerciales, à Liége.
TORNEZI, Président de la Société des Antiquaires de l'Ouest, à Poitiers.
VAN BASTELAER, Désiré, chimiste, membre de l'Académie royale de médecine, ancien président de la Société archéologique et paléontologique de Charleroi, à Bruxelles.
VAN BERGHEM, A., président de la Société de médecine pratique d'Anvers, à Willebroek.
VAN DEN BOSCH, Firmin, procureur du Roi, à Termonde.

Messieurs :

VAN DEN BROECK, conservateur au Musée royal d'histoire naturelle de Belgique, à Bruxelles.
VANDEN BUSSCHE, archiviste de l'État pensionné, à Angre.
VAN DEN CORPUT, chimiste, à Bruxelles.
VAN DER HAGEN, FERDINAND, bibliothécaire de l'Université, à Gand.
VAN DER MEER, EUGÈNE, littérateur, à Liége.
VAN OVERLOOP, EUGÈNE, conservateur en chef des musées royaux des arts décoratifs et industriels, à Bruxelles.
VAN TIELEN, J.-C., membre de l'Académie d'archéologie, à Anvers.
VANTYN, SIDNEY, professeur au Conservatoire royal, à Liége.
VARLEZ, LOUIS, avocat, à Gand.
VERHAEGEN, PIERRE, avocat à la Cour d'appel, conseiller provincial, à Gand.
VERSTRATE, ÉM., officier d'infanterie, à Bruxelles.
VILAIN, JULES, ancien chef de division au Ministère de l'Intérieur, à Bruxelles.
VON DESTOUCHES, Dr, conseiller et archiviste général du royaume de Bavière, à Munich.
WARZÉE, ANDRÉ, chef de division honoraire au Ministère des Travaux publics, à Bruxelles.
WILMOTTE, MAURICE, membre de l'Académie, professeur à l'Université de Liége, à Liége.
WOODS, H., conservateur du musée de Cambrigde, à Cambridge.

MEMBRES DÉCÉDÉS :

Messieurs :

CRIQUELION, CHARLES, docteur en médecine, né à Chièvres, le 30 janvier 1837, décédé à Mons, le 18 février 1903.
ROUSSELLE, CHARLES, docteur en droit, greffier du Tribunal de Commerce, Vice-Président de la Société, chevalier de l'Ordre de Léopold, né à Mons le 12 mai 1833, y décédé le 21 février 1903.
MÉLISE, LOUIS, directeur au Ministère de l'Intérieur et de l'Instruction publique, né à Silly en 1840, décédé à St-Gilles le 5 janvier 1903.
RENARD, professeur à l'Université de Gand, membre de l'Académie royale de Belgique, à Bruxelles.

COMPAGNIES SAVANTES

ET AUTRES

INSTITUTIONS SCIENTIFIQUES ET LITTÉRAIRES

AVEC LESQUELLES

LA SOCIÉTÉ EST EN RELATION

BELGIQUE

ANVERS. Académie royale d'archéologie de Belgique.
ARLON. Institut archéologique du Luxembourg.
BRUGES. Société d'Émulation pour l'Étude de l'histoire et des antiquités de la Flandre.
BRUXELLES. Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique.
» Comité directeur du Bulletin des Commissions royales d'art et d'archéologie.
» Commission royale d'histoire de Belgique.
» Commission royale pour la publication des anciennes lois et ordonnances de la Belgique.
» Institut international de Bibliographie.
» Ministère de l'Industrie et du Travail.
» Musée royal d'histoire naturelle de Belgique.
» Musées royaux des arts décoratifs et industriels.
» Observatoire royal.
» Revue homœopathique belge.
» Revue de l'Université de Bruxelles.
» Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie.
» Société centrale d'architecture de Belgique.
» Société d'archéologie.
» Société royale de numismatique belge.
» Société royale des sciences médicales et naturelles.
» Société royale de botanique.
» Société royale entomologique de Belgique.
» Société malacologique.
» Société royale belge de géographie.
» Société belge de microscopie.

CHARLEROI. Société archéologique et paléontologique.
DOUR. Annales médico-chirurgicales du Hainaut.
ENGHIEN. Cercle archéologique.
GAND. Société d'histoire et d'archéologie.
HASSELT. Société chorale et littéraire des Mélophiles.
HUY. Cercle hutois des sciences et beaux-arts.
LIÉGE. Institut archéologique.
» Société d'art et d'histoire du diocèse de Liége.
» Société royale des sciences.
» Société géologique de Belgique.
» Wallonia.
LOUVAIN. Comité des Analectes pour servir à l'histoire ecclésiastique de Belgique.
MAREDSOUS. Revue bénédictine.
MONS. Association des anciens élèves de l'École des Mines du Hainaut.
» Cercle archéologique.
» Société des Bibliophiles Belges.
NAMUR. Société archéologique.
NIVELLES. Société archéologique.
SOIGNIES. Cercle archéologique.
TERMONDE. Cercle archéologique.
TONGRES. Société historique et littéraire.
TOURNAI. Société historique et littéraire.
VERVIERS. Société industrielle et commerciale.
» Société d'archéologie et d'histoire.

PAYS ÉTRANGERS

ALLEMAGNE

COLMAR. Société des sciences naturelles.
GORLITZ. Société de la Haute-Lusace.
HALLE A/SAALE. Académie impériale Léopoldino-Carolina des naturalistes.

METZ. Académie des lettres, sciences, arts et agriculture.
MULHOUSE. Société industrielle.
STRASBOURG. Bibliothèque de l'Université.
» Société des sciences, agriculture et arts de la Basse-Alsace.
STUTTGARD. Bibliothèque royale.

AUSTRALIE

MELBOURNE. National Museum.
» Observatoire.
» Royal Society of Victoria.
SIDNEY. Australasian association for the advancement of science.
» Royal Society of New South Wales.

AUTRICHE

VIENNE. Institut impérial géologique.
» Société impériale et royale de géographie.
BRUNN (Moravie). Société des sciences naturelles.
GRATZ. Société historique de la Styrie.

BRÉSIL

RIO DE JANEIRO. Musée national.

CANADA

MONTRÉAL. Geological and national history survey of Canada.
OTTAWA. Commission de géologie et d'histoire naturelle du Canada.

DANEMARK

COPENHAGUE. Société des antiquaires du Nord.

ESPAGNE

MADRID. Revista de Archivos, Bibliothecas y Museos.

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

BOSTON. Société d'histoire naturelle.
CALIFORNIE. University of California.
CHICAGO. The John Crerar Library.
CINCINNATI. Lloyd library of botany, pharmacy and materia medica.
COLUMBUS. Université.
DAVENPORT. Académie des sciences naturelles.
MADISON. Académie des sciences, arts et lettres de Wisconsin.
» Société d'agriculture de Wisconsin.
MISSOULA. Université. Station biologique.
MONTANA. Université.
PHILADELPHIE. Académie des sciences naturelles.
SAN FRANCISCO. Académie des sciences.
WASHINGTON. Geological Survey of United States.
» Library of Congress.
» Smithsonian Institution.

FRANCE

ABBEVILLE. Société d'émulation.
AMIENS. Société des antiquaires de Picardie.
» Société industrielle.
ANGERS. Société industrielle du département de Maine-et-Loire.
ARRAS. Académie des Sciences, Arts et Lettres d'Arras.
AUXERRE. Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne.
BOULOGNE-SUR-MER. Société d'agriculture.
CHERBOURG. Société des sciences naturelles et mathématiques.
CLERMONT-FERRAND. Académie des sciences, belles-lettres et arts.
» Société des Amis de l'Université. (Revue d'Auvergne.)
COMPIÈGNE. Société historique.
DIJON. Académie des sciences, arts et belles-lettres.
» Université.
DOUAI. Société d'agriculture, sciences et arts du département du Nord.
DUNKERQUE. Comité flamand de France.
LILLE. Société des sciences, d'agriculture et des arts.
» Société d'études de la province de Cambrai.
» Société de géographie.
» Université.

LYON. Académie des sciences, belles-lettres et arts.
» Société d'agriculture, d'histoire naturelle et des arts utiles.
MARSEILLE. Académie scientifique industrielle.
» Faculté des sciences.
NANCY. Académie de Stanislas.
» Société d'archéologie lorraine.
PARIS. Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Direction de l'enseignement supérieur.
» Société archéologique du Midi de la France.
» Société bibliographique.
» Société des antiquaires de France.
» Société des études historiques.
POITIERS. Société des antiquaires de l'Ouest.
LE PUY. Société d'agriculture, arts, sciences et commerce.
REIMS. Académie nationale.
» Société industrielle.
ROUBAIX. Société d'émulation.
SAINT-OMER. Société des antiquaires de la Morinie.
SAINT-QUENTIN. Société académique des sciences, arts, belles-lettres et agriculture.
TOULOUSE. Académie de législation.
» Société de jurisprudence de 1812.
» Université.
VALENCIENNES. Société d'agriculture, des sciences et des arts.

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

LUXEMBOURG. Cercle historique, littéraire et artistique de Luxembourg.
» Société de botanique du Grand-Duché de Luxembourg.

HOLLANDE

HARLEM. Fondation Teyler.
» Société hollandaise des sciences.
LEYDEN. Maatschappij der Nederlandsche Letterkunden.
LEUWARDEN. Société d'histoire et d'archéologie.

ITALIE

FLORENCE. Comité royal de géologie.
MODÈNE. Académie royale des sciences, lettres et arts.
TURIN. Il nuovo risorgimento. (Philosophie et étude sociale.)

MEXIQUE

MEXICO. Institut géologique du Mexique.
» Observatoire météorologique et magnétique central.

RUSSIE

KIEW. Société des Naturalistes.
RIGA. Société des Naturalistes.

SUISSE

FRIBOURG. Société des sciences naturelles.
GENÈVE. Société genèvoise d'utilité publique.

URUGUAY

MONTEVIDEO. Musée national.

VENEZUELA

MÉRIDA. Université de Mérida.

PROGRAMME DES CONCOURS

(1903)

PREMIÈRE PARTIE

QUESTIONS SPÉCIALES PROPOSÉES

a) Par la Députation permanente du Conseil provincial du Hainaut :

La juridiction administrative en Belgique, son fondement, son organisation, sa compétence. Traité théorique et pratique. Réformes à introduire.

b) Par la Société :

HISTOIRE ET DROIT.

1°) Une histoire des fortifications et des sièges de la ville de Mons.

2°) Une histoire de la commune de Jemappes.

3°) Une histoire de l'industrie drapière dans le comté de Hainaut, antérieurement au règne de Charles-Quint.

4°) Une étude sur le système d'impositions suivi par les États de Hainaut.

5°) Une étude sur le système d'impositions suivi par les États du Tournaisis.

6°) Établir d'une manière critique les regestes d'un comte de Hainaut de la maison d'Avesnes.

7°) Une étude sur la saisie conservatoire, suivie d'un projet de loi sur la matière.

BOTANIQUE.

Il existe, dans la partie septentrionale du bassin de la Haine, entre la plaine alluviale et le plateau limoneux du nord du Hainaut, une région à sol sableux s'étendant de Gottignies jusque vers Bonsecours. — On demande une étude sur la flore de cette région, spécialement au point de vue des analogies qu'elle présente avec la flore campinienne.

GÉOLOGIE.

1°) On demande une étude, basée sur des analyses nouvelles effectuées d'après une méthode uniforme, sur les relations existant entre la composition des houilles du bassin du Hainaut et leur mode de gisement. On recherchera, en particulier, les variations que subit cette composition dans le sens de la succession stratigraphique, dans le sens de la direction, et dans celui de l'inclinaison, ainsi que suivant la profondeur et suivant la position des couches en plateur ou en dressant.

2°) On demande une étude sur la faille du Centre et les failles connexes dans le Couchant de Mons et la partie occidentale du bassin du Centre.

SCIENCES MÉDICALES.

Étudier les rapports et les antagonismes de certaines maladies entre elles.

DEUXIÈME PARTIE

La Société récompensera le meilleur travail inédit qui lui sera présenté se rattachant à l'une des catégories suivantes :

SCIENCES HISTORIQUES.
SCIENCES MATHÉMATIQUES.
PHILOLOGIE.
LITTÉRATURE FRANÇAISE.
SCIENCES PHILOSOPHIQUES.
DROIT.
SCIENCES NATURELLES (PHYSIQUE, CHIMIE, GÉOLOGIE, MINÉRALOGIE, ZOOLOGIE, BOTANIQUE).
SCIENCES MÉDICALES.
BEAUX-ARTS.
SCIENCES SOCIALES.

Chacune de ces catégories fait l'objet d'un concours.
Ces concours sont annuels.
Le programme de ces concours est fixé comme suit :

SCIENCES HISTORIQUES.

L'histoire dans l'acception la plus large du mot.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Mathématiques pures, comprenant l'analyse et la géométrie.
Mathématiques appliquées, comprenant la mécanique, l'astronomie, la géodésie, la physique mathématique, la mécanique appliquée et la mécanique céleste, etc.
Applications industrielles.

PHILOLOGIE.

Linguistique ; philologie orientale, classique, germanique, romane, etc.

LITTÉRATURE FRANÇAISE.

Poésie.

Romans, nouvelles et autres compositions purement littéraires, telles que portraits, tableaux de mœurs, recueils de pensées, morceaux d'éloquence.

Pièces de théâtre en prose ou en vers.

Œuvres de critique ou d'histoire littéraire.

SCIENCES PHILOSOPHIQUES.

Métaphysique, logique, psychologie, philosophie morale, philosophie du droit, philosophie du langage, philosophie de l'éducation, esthétique, philosophie de la nature, philosophie de l'histoire, histoire de la philosophie.

DROIT.

Droit théorique. Droit positif. Doctrine, jurisprudence, législation. Histoire des institutions et de la législation.

SCIENCES NATURELLES.

Bactériologie. — Sciences zoologiques. — Sciences botaniques. — Sciences minérales : Minéralogie, Géologie. — Sciences physiques. — Sciences chimiques. — Applications industrielles.

SCIENCES MÉDICALES.

Les diverses branches des sciences médicales.

BEAUX-ARTS.

Critique et histoire.

SCIENCES SOCIALES.

Économie politique. Bienfaisance. Hygiène. Éducation. Instruction.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES

Les mémoires seront rédigés en français.

Ils seront remis franco, avant le 31 décembre 1903, chez M. Wiliquet, Greffier provincial, Secrétaire général de la Société, Avenue d'Havré, n° 22, à Mons.

Les concurrents ne signent pas leurs travaux : ils y mettent une devise qu'ils répètent sur un billet cacheté renfermant leur nom et leur adresse, ainsi qu'une déclaration que leur œuvre est inédite et qu'elle n'a pas été récompensée par d'autres sociétés savantes.

L'exactitude la plus grande dans les citations est exigée ; à cet effet, les concurrents indiqueront non seulement les titres, mais aussi les éditions et les pages des livres cités.

La Société prie les auteurs de présenter leurs manuscrits sous forme de cahiers.

Seront exclus du concours, les concurrents qui se font connaitre de quelque manière que ce soit.

Le prix, pour chaque concours, consiste en une médaille d'or frappée au coin de la Société. La Société peut accorder des mentions honorables, avec ou sans médaille, aux travaux qui ne lui paraitront pas mériter le prix. Ces médailles seront de vermeil, d'argent ou de bronze.

Lorsque la médaille d'or est décernée, le billet cachetéjoint au mémoire est ouvert en séance de la Société, et le nom qu'il contient est immédiatement proclamé.

Lorsqu'une autre récompense est accordée,le billet cacheté, joint au mémoire, est ouvert par le Président, assisté du Secrétaire général. Ce dernier s'adresse à l'intéressé pour savoir s'il accepte la récompense. Dans l'affirmative, le nom est publié ; si l'auteur refuse, le Président et le Secrétaire général sont tenus d'honneur à garder le secret le plus absolu.

La Société peut décider l'impression dans ses « Mémoires et Publications » des travaux récompensés. Dans ce cas, les auteurs ont droit à cinquante exemplaires de leur œuvre, tirés à part.

La Société devient propriétaire des manuscrits qui lui sont adressés. Les auteurs qui justifient de leur qualité, peuvent en faire prendre des copies, à leurs frais.

Mons, le 12 février 1903.

LE SECRÉTAIRE GÉNÉRAL,
C. WILIQUET

PREMIÈRES NOTIONS

DE

GÉOLOGIE

PAR

Jules CORNET

PROFESSEUR A L'ÉCOLE DES MINES DU HAINAUT

MEMBRE DE LA COMMISSION GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

PREMIÈRES NOTIONS DE GÉOLOGIE

AVANT-PROPOS

Les pages qui suivent sont le développement des leçons d'introduction du cours de Géologie que nous faisons depuis 1897 à l'École des Mines du Hainaut, à Mons.

Le but de ces leçons préparatoires est de donner aux étudiants un aperçu général de l'objet et de la méthode de la Géologie avant que d'en aborder l'exposé systématique. En d'autres termes, nous faisons précéder notre cours proprement dit de géologie, qui est assez développé et comporte deux années d'enseignement, d'une sorte de cours en raccourci, afin d'orienter les étudiants au milieu d'un domaine qui est nouveau pour eux et où l'on emploie des méthodes de recherche qui diffèrent ordinairement beaucoup de celles des sciences mathématiques et physiques dont ils ont été nourris jusque là.

Cet exposé préliminaire comprend deux parties. La première a pour but de faire comprendre que la géologie est, avant tout, une science d'observation. Par des exemples concrets, pris autour de nous, nous faisons une esquisse rapide de la composition et de la structure de l'écorce terrestre, en marchant constamment du connu à l'inconnu, du simple au complexe, du normal au modifié, c'est-à-dire que partant des dépôts qui se forment sous nos yeux, à la surface des continents ou sur les côtes maritimes, nous remontons la série des âges de l'histoire du globe en passant rapidement en revue la série des formations géologiques, depuis les alluvions des rivières actuelles et les dépôts de nos plages jusqu'aux terrains cristallins les plus anciens qui nous soient

connus. Chemin faisant, nous profitons des occasions qui se présentent à chaque pas, pour glisser dans notre exposé des notions, d'une portée générale, sur les roches et les fossiles, sur la tectonique, sur les phénomènes de la dynamique terrestre, sur les rapports existant entre la composition et la structure géologiques d'un pays et sa géographie ; nous signalons, en passant, un certain nombre de gîtes minéraux et métallifères, nous faisons remarquer qu'ils appartiennent à plusieurs types différents et nous faisons comprendre que la géologie appliquée ne peut avoir pour base que la géologie générale. Cette première partie est une sorte d'exposé, par voie synthétique, de la méthode de la géologie.

Dans notre seconde partie, nous crayonnons à grands traits les résultats généraux auxquels est arrivée la science de la terre. Alors que, dans la première partie, nous ne faisions guère que constater des faits et indiquer les problèmes dont ils nous fournissent les données, dans la seconde, nous pénétrons sur le domaine des théories et des hypothèses, sans toutefois nous y engager trop loin et sans perdre de vue l'opposition qui doit exister, dans toute science, entre les faits observés et la manière dont nous en comprenons l'origine et les causes.

La seconde partie se termine par des considérations générales sur l'étude de la géologie, et par quelques indications bibliographiques.

On ne doit donc pas voir dans ce travail, d'un caractère absolument élémentaire, un manuel, ni même un précis ou un abrégé d'un manuel de géologie. Nous désirons qu'il ne soit pas jugé comme tel, car ce n'est ni l'un ni l'autre. Nous le répétons, nous ne publions ici que des notions préliminaires préparatoires à un cours de géologie. Nous serions désolé d'être compris autrement.

PREMIÈRE PARTIE

§ 1.

A l'ouest de la ville de Mons, de chaque côté du canal de Condé, s'étend une grande plaine basse, couverte de prairies. La Haine y coule, en décrivant de larges ondulations et des méandres accentués [1]. Cette plaine commence près de Mons, où elle est rejointe par d'autres plaines analogues, mais plus étroites, qui bordent la haute Haine et la Trouille et elle s'étend jusque vers Condé où, s'élargissant, elle va se confondre avec la plaine basse qui borde l'Escaut.

Le sol superficiel de la plaine de la Haine est formé d'une terre brune, grasse, supportant un gazon verdoyant.

A Mons même, la surface des prairies est à la cote 30 [2], à Saint-Ghislain à la cote 25, et au point où la Haine sort du pays, elle n'est plus qu'à 20 mètres au-dessus du 0 d'Ostende. Sa pente est donc d'environ un demi-millimètre par mètre sur cette distance d'environ 20 kilomètres.

Quant à la Haine, qui décrit ce trajet en serpentant, elle présente entre Mons et la frontière, une pente moyenne qui n'est pas supérieure à 4 dixièmes de millimètre par mètre. Aussi, comme son débit est très faible [3], son cours est-il lent, trop lent pour que le cours d'eau puisse charrier autre chose que du limon et du sable fin [4].

[1] Nous envisageons le cours *primitif* de la Haine et non le cours artificiel que l'administration des Ponts et Chaussées lui a donné.

[2] Par rapport au *niveau moyen de la basse mer des vives eaux à Ostende,* qui est le plan de comparaison des cartes topographiques du Dépôt de la Guerre. Ce niveau est de 0 m. 1665 plus élevé que le 0 des nivellements des Ponts et Chaussées.

[3] Environ 1 m^3 par seconde.

[4] Le charriage de grains de sable ayant 7 dixièmes de millimètre de diamètre demande une vitesse de 20 centimètres par seconde au fond.

En temps ordinaire, la Haine et ses affluents roulent une eau assez limpide, quand elle n'est pas polluée par les riverains. Elle se trouble après des pluies prolongées et même s'il survient une averse d'orage un peu copieuse.

Tout le monde a vu, après une averse, les eaux ruisseler à la surface du sol, rendues boueuses par les matières terreuses qu'elles entraînent avec elles. Ces eaux se réunissent en filets qui se rendent aux ruisseaux et, au moment où le flot vaseux arrive à la rivière, on voit comme un nuage grisâtre envahir l'eau claire et bientôt le courant tout entier prend cette teinte limoneuse.

A certaines époques, il arrive, qu'après des pluies abondantes et persistantes, la Haine, sortant de son lit, envahit les prairies qui la bordent et y étend des nappes tranquilles, à courant très faible, d'eaux jaunâtres et boueuses. Ces eaux, toutefois, ne tardent pas à se clarifier car, devenues à peu près immobiles, elles laissent tomber sur le fond les matières limoneuses qu'elles ont amenées de l'amont. Quand la crue s'est retirée, on trouve le sol des prairies et les brins d'herbes recouverts d'un dépôt terreux d'un gris brunâtre. A la pluie la plus proche, l'herbe est lavée et ce *limon d'inondation* ou *limon de crue* fait désormais partie intégrante du sol.

Le limon brunâtre sur lequel croît le gazon des prairies est absolument de même nature que celui que les crues viennent y ajouter de temps en temps. Il n'est pas trop hasardé d'induire de cette identité, que le limon qui constitue le sol de la plaine de la Haine est un limon d'inondation, une *alluvion* déposée par la rivière elle-même.

Au point de vue plus général, des matières charriées par l'eau puis déposées sur le fond s'appellent des *sédiments* ; ceux-ci donnent lieu, en s'accumulant, à des *dépôts sédimentaires*. Le phénomène lui-même est la *sédimentation*.

Chaque crue d'une rivière du type de la Haine dépose un mince lit terreux sur toute la surface atteinte par l'inonda-

tion. A la longue, ces lits s'accumulent en une *couche* ou *strate* de limon dont l'épaisseur s'accroît par le haut.

Les sédiments ainsi déposés en couches sont dits *stratifiés* et le mode de disposition s'appelle la *stratification*.

On doit admettre *a priori* que, dans le cas qui nous occupe, la stratification sera sensiblement horizontale. De plus, le mode de formation même montre que les couches les plus superficielles du limon sont les plus récemment déposées et que les plus profondes sont les plus anciennes.

Examinons de plus près le limon alluvial de la vallée de la Haine. Au premier coup d'œil, il semble être entièrement de nature argileuse [1]. Délayons-en une petite parcelle dans un godet à peinture, avec un peu d'eau ; au moyen d'un pinceau fin, portons une goutte du liquide boueux sur une lame porte-objet, recouvrons d'une mince lamelle et plaçons la préparation sur la table du microscope minéralogique. Nous constatons, en l'examinant par les méthodes appropriées, que le limon renferme, à côté d'une certaine quantité de matière argileuse, une forte proportion de *quartz* [2], non pas seulement en grains visibles à l'œil nu, comme ceux du sable, mais en particules très ténues, d'un diamètre inférieur à 1/10 de millimètre et passant à une poudre impalpable, à peine visible par les grossissements les plus forts.

Ceci nous fait comprendre pourquoi ce limon alluvial d'aspect argileux, de même que tous les limons en général, donne à l'analyse chimique beaucoup plus de silice que n'en comporte une argile [3].

[1] L'*argile* est essentiellement un silicate hydraté d'alumine, dont le type le plus pur est le kaolin $H^4Al^2Si^2O^9$.

[2] Le *quartz*, dont le type le plus pur est le cristal de roche, est de la *silice* ou oxyde de silicium SiO^2. C'est le plus abondant de tous les minéraux.

[3] Une analyse physico-chimique du limon alluvial de l'Escaut, pris près d'Audenarde, donne plus de 72 % de sable, en grains plus ou moins fins, et seulement 15 à 16 % d'argile proprement dite. (A. Petermann.)

Le quartz a pour densité 2.65. Un grain de sable ordinaire d'un demi-millimètre de diamètre, par exemple, ne peut être entraîné en suspension que dans une eau d'un courant très sensible. Mais l'expérience enseigne que les grains de quartz, quand leur diamètre descend en dessous d'un dixième de millimètre, restent en suspension, à la façon d'une argile, dans une eau faiblement agitée. Ce fait nous explique que le limon que charrient les rivières lors des crues, puisse être, en grande partie, composé de menus grains de quartz.

Achevons de décrire le limon, en disant qu'il doit sa coloration brune à de l'hydroxyde de fer ; l'on admettra facilement que le fer ne puisse exister sous une autre forme dans un milieu soumis à tant d'actions oxydantes [1].

Mais l'étude d'une couche sédimentaire n'est pas terminée quand on en a fait l'examen chimique et minéralogique. Toute roche stratifiée est susceptible de renfermer des débris plus ou moins reconnaissables d'êtres vivants. Dans le limon alluvial de la Haine, on trouve des coquilles de mollusques terrestres (*Helix*, *Succinea*, etc.) et de mollusques aquatiques (*Planorbis*, *Lymnea*, *Vivipara*, *Sphaerium*, *Unio*, *Anodonta*, etc.), ces derniers étant surtout abondants dans la partie inférieure. Tous ces mollusques sont identiques à ceux qui vivent dans l'eau des rivières ou des marais et dans l'herbe des prairies. Leurs coquilles ont été enfouies dans le limon à mesure de son dépôt.

L'épaisseur du limon de la Haine varie selon les endroits ; elle peut atteindre 3 mètres et davantage.

Il a fallu une période bien longue pour déposer une couche d'une telle épaisseur, alors que l'apport dû aux crues est à peine sensible d'année en année. Ce dépôt a dû commencer il y a bien des siècles, plus de siècles probablement que n'en

[1] La composition microscopique et chimique du limon est, en réalité, plus complexe que nous venons de l'indiquer, mais nous avons cité les constituants les plus importants.

comporte toute la chronologie historique européenne, et cependant, il ne s'agit que d'une couche, d'une seule de ces nombreuses couches qui, empilées les unes sur les autres, constituent le sol de notre pays.

Mais toute chose a eu un commencement. Il ne peut certainement pas s'être toujours déposé du limon en cet endroit. Le lit de limon le plus profond, le plus ancien, a dû se déposer sur quelque chose de plus ancien encore. Ce substratum plus ancien est une couche de *tourbe*, qui atteint 2 mètres d'épaisseur.

Cette tourbe consiste en un feutrage plus ou moins serré de débris à demi carbonisés de mousses, de feuilles et d'herbes diverses. La couleur de la masse est noir brunâtre. On y trouve souvent des souches, des troncs ou des branches de bouleau, de saule, de chêne, de coudrier, etc., et des coquilles de mollusques aquatiques analogues à ceux que nous venons de citer à propos des alluvions limoneuses. En outre, des ossements de cheval, de bœuf, de sanglier, de cerf, de loutre, de castor, etc. ont été recueillis aux environs de Mons, dans la tourbe et dans la partie inférieure du limon qui la surmonte ; une carapace de tortue *(Emys europoea)* a été trouvée dans la tourbe, à Jemappes.

On remarquera que parmi les animaux que nous venons de citer, les uns vivent encore dans le pays, tandis que d'autres, le castor et la tortue, l'ont quitté depuis une époque déjà très reculée [1].

Ce n'est pas tout. La tourbe a, en outre, fourni des vestiges de l'existence de l'homme à l'époque de sa formation. Ce sont des ustensiles en silex et en os qui datent d'une période de l'histoire de l'humanité où l'homme, du moins dans nos contrées, ignorait encore l'usage des métaux, mais était pourtant arrivé déjà à une certaine civilisation. (Époque de la

[1] On retrouve dans le nom de quelques localités belges le mot Castor *(Bever)* : Beverloo, Beveren, etc.

pierre polie ou néolithique.) Des ossements de l'homme néolithique ont été trouvés à Audenarde, dans la tourbe que recouvrent les alluvions de l'Escaut. A Quaregnon et à Wasmuel, on a trouvé sous le limon alluvial de la Haine, avec des silex taillés, des fragments de poteries grossières, fabriquées à la main, sans l'aide du tour, et des restes de foyers datant également de l'époque néolithique.

La tourbe provient de la carbonisation de débris végétaux par une sorte de putréfaction incomplète, à l'abri de l'air. On peut, en beaucoup de points du pays, prendre sur le fait la formation de la tourbe. Sur certains hauts plateaux de l'Ardenne, dans des prairies marécageuses, parfois dans des bois, là où le sol est constamment humide, on trouve un tapis très serré, parfois très épais de mousses diverses, principalement du genre des Sphaignes, imbibées d'une forte quantité d'eau et enchevêtrées avec d'autres végétaux aquatiques. C'est une *tourbière*. Toutes ces mousses s'accroissent par leur extrémité tournée vers la lumière, tandis que la base des tiges meurt à mesure que la tête s'élève. Les extrémités mortes des tiges de mousse ne peuvent, étant immergées, ou du moins à l'abri de l'air, subir une putréfaction complète. Elles sont l'objet de transformations chimiques (dues à l'intervention de microbes) qui se résolvent en une perte d'oxygène et d'hydrogène et en un enrichissement corrélatif en carbone ; autrement dit, elles se *carbonisent* et ce phénomène est accompagné d'un noircissement caractéristique [1]. Tous ces débris carbonisés s'accumulent lentement sur le sol, à la base du tapis de mousses, et mêlés aux débris des végétaux enchevêtrés dans les mousses (souchets, etc.), à des feuilles d'arbres

[1] Le phénomène de la carbonisation, dans le cas de la formation de la houille, peut se traduire par l'équation $8\ C^6H^{10}O^5$ (cellulose) $= 2\ C^9H^6O$ (houille) $+ 14\ CH^4 + 16\ CO^2 + 6\ H^2O$. On voit que la transformation en charbon est accompagnée d'un dégagement de *gaz des marais* et d'*anhydride carbonique*. On sait que le *grisou* est presque entièrement formé de gaz des marais.

divers (saules, bouleaux, aulnes, etc.), ils constituent la tourbe.

Il fut donc un temps, avant le commencement du dépôt des alluvions limoneuses qui constituent le sol des prairies de la Haine, où le fond de la vallée était occupé par des tourbières. Ces marécages étaient parcourus par des hommes qui ont laissé dans la tourbe des traces certaines de leur existence. Ces hommes ne connaissaient pas l'usage des métaux, mais taillaient et polissaient des armes en silex. A cette époque, la Haine devait être exempte de crues violentes, ou du moins ne charriait que peu de limon. On sait, en effet, que le développement des tourbières ne se fait que dans des eaux peu troublées. Il faut en conclure que le pays devait être, à cette époque, beaucoup plus boisé qu'il ne l'est aujourd'hui. Les forêts, en s'opposant au ruissellement rapide des eaux pluviales, les empêchent de se charger de limon et tendent à supprimer les inondations.

La tourbe de la vallée de la Haine remplit des sortes de larges cuvettes, restes d'anciens marécages, creusées à la surface d'un sable siliceux plus ou moins pur, épais parfois d'une dizaine de mètres. A la base de ce sable se trouve un *gravier*, c'est-à-dire une accumulation de cailloux de formes arrondies ou ayant du moins leurs angles émoussés, de roches dures telles que grès, silex, phtanites, etc. Chacun sait que l'on trouve de tels *cailloux roulés* là où des eaux en mouvement ont assez de force pour remuer les petites pierres du fond, c'est-à-dire, notamment, dans le lit des cours d'eau rapides.

Dans ces sables sous-jacents la à tourbe, et par conséquent plus anciens qu'elle, et dans les graviers de la base, on trouve parfois, à côté de coquilles de mollusques fluviatiles, des ossements d'une grande espèce d'éléphant qui n'existe plus dans la nature actuelle : c'est le Mammouth ou *Elephas primigenius*.

Que faut-il conclure de là ? Que la Haine, antérieurement au régime tranquille de l'époque des tourbières, a déposé du sable, parfois assez grossier, ce qui suppose qu'elle avait un courant plus rapide que de nos jours, où elle ne charrie plus que du limon. Les cailloux roulés sur lesquels repose le sable indiquent un cours plus rapide encore, presque torrentiel. A cette époque, d'énormes éléphants à toison laineuse, tels que ceux que l'on trouve parfois dans le sol glacé de la Sibérie, conservés avec leurs chairs et leurs viscères, peuplaient notre pays. Ils étaient, comme nous allons le voir, accompagnés d'autres animaux aujourd'hui éteints et, ajoutons-le dès maintenant, l'homme vivait à cette époque dans ce qui est aujourd'hui le Hainaut.

Ces animaux appartenant à des espèces qui ne vivent plus dans la nature actuelle et dont on retrouve les débris dans les couches du sol, s'appellent des *fossiles*.

Le limon alluvial des prairies de la Haine, qui se forme encore de nos jours, et la tourbe sous-jacente qui, comme le limon, ne renferme que des débris d'animaux encore vivants, sont des dépôts dits *modernes*. Le mot moderne est pris ici dans un sens tout relatif.

Les sables et les graviers renfermant des ossements d'animaux éteints ou fossiles, sont rangés dans un groupe de dépôts qui constitue le *Pleistocène* (ou Quaternaire).

Ainsi donc, des trois couches qui forment le sol du fond de la vallée de la Haine, la plus élevée est la plus récente : le limon alluvial ; la plus basse est la plus ancienne : le sable pleistocène avec son gravier. La tourbe est d'un âge intermédiaire.

C'est là le *Principe de superposition*, qui constitue une des bases de la géologie : dans une série de couches sédimentaires, l'ordre de formation correspond à l'ordre de superposition de bas en haut.

Ainsi donc, on voit par cet exposé, qu'un simple coup

d'œil jeté sur quelques dépôts des bords d'une rivière nous a fait remonter déjà loin dans l'histoire de notre pays.

Ajoutons un élément à la somme d'enseignements qui découlent de ce qui précède. Le gravier qui est à la base du sable pleistocène se trouve, dans les environs du thalweg de la vallée, à une assez grande profondeur. Il descend, entre Cuesmes et le Pont-Canal, à la cote + 15. Les cailloux roulés qui constituent ce gravier n'ont pu être remués que par une rivière à cours torrentiel. Or, en supposant même que la côte maritime ait été, à cette époque, beaucoup plus proche de Mons que de nos jours, il est évident qu'une rivière capable de rouler des cailloux devait avoir son fond à plus de 15 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il faut donc admettre que depuis l'époque pleistocène, le pays, ou du moins le fond de la vallée de la Haine, s'est notablement affaissé.

Nous trouvons donc, sans l'aller chercher bien loin, une preuve de ces mouvements d'affaissement ou d'exhaussement éprouvés par le sol des continents et dont l'étude géologique nous offre de fréquents exemples.

Si nous quittons la plaine alluviale de la Haine et que nous parcourons les collines déprimées et les plateaux ondulés qui la bordent au sud, nous trouvons, presque partout, le sol formé par un limon de teinte brune qui, quoique présentant plusieurs variétés, peut être comparé au limon d'inondation de la Haine. Cependant, en plusieurs points, nous pouvons acquérir la preuve que ce limon passe *en dessous* de la couche de tourbe et que, par conséquent, il est plus ancien que ce dépôt moderne. Les limons des collines et des plateaux sont rangés dans le Pleistocène.

Dans les grandes carrières ouvertes pour l'exploitation des phosphates, à Ciply, Spiennes, Saint-Symphorien, etc., on peut voir, très souvent, sur les parois des excavations, des coupes fraîches montrant de fortes épaisseurs de ce limon. On constate, en examinant ces coupes, que le limon, quoique

paraissant homogène au premier coup d'œil, est, en réalité, formé de plusieurs zones superposées, dont la plus élevée est la *terre à briques* ordinaire de notre région. Sous la terre à briques, vient généralement un limon jaune clair à grain fin qui est l'*ergeron* des briquetiers ; sa base est parfois marquée par un lit de petits cailloux. En dessous de l'ergeron vient un limon d'apparence plus argileuse, divisible en plusieurs zones plus ou moins distinctes, dont la plus élevée se présente avec tous les caractères d'un ancien sol végétal et renferme presque toujours des succinées. A la base de ces limons, on trouve un lit de cailloux et, parmi ces cailloux, il n'est pas rare de découvrir des ossements de mammouth, de rhinocéros, d'hyène, etc. Plus bas, se présente de nouveau un ancien sol végétal, représenté par un limon noirâtre, tourbeux, parfois par une véritable couche de tourbe. Ce lit surmonte une couche de limon glaiseux en dessous duquel viennent des sables plus ou moins grossiers, paraissant déposés, par des courants violents, en lits entremêlés de cailloutis irréguliers. C'est dans ces cailloux que se font le plus souvent, aux environs de Mons, les trouvailles d'ossements de mammouth, de *Rhinoceros tichorhinus*, etc.

En certains points de nos environs, le Pleistocène ne se termine pas là : sous les graviers précédents viennent encore des limons glaiseux, puis des sables, puis de nouveau des cailloux. C'est dans des dépôts contemporains de ceux-ci que l'on a trouvé, à Hoboken, des restes d'un éléphant bien différent du mammouth, l'*Elephas antiquus*, et en Campine, des ossements de bisons et de cerfs.

Par analogie avec ce que nous avons observé sur les bords de la Haine, nous pouvons admettre que les limons, les sables et les graviers que nous venons de passer en revue, ont été également déposés par des cours d'eau. Les cailloutis et les sables ont, en effet, bien la disposition qu'ils présentent dans le lit des rivières torrentielles. Les limons, d'autre part,

ressemblent tellement aux limons d'inondation des cours d'eau actuels, que l'on a peine à leur donner une origine différente, et plusieurs géologues les considèrent, en effet, comme des alluvions de crues. Il faut faire remarquer, cependant, que ces limons pleistocènes ne constituent pas des nappes horizontales comme les alluvions modernes qui bordent les rivières, mais que, à la façon d'un manteau, ils s'étendent sur toutes les inégalités du sol, sur les pentes des collines comme dans les vallées et sur le sommet des plateaux [1]. En outre, on n'y trouve jamais que des coquilles de mollusques terrestres *(Helix, Succinea, Pupa)* et pas d'espèces fluviatiles comme dans les alluvions modernes. Ces faits, et beaucoup d'autres que nous pourrions citer, semblent mettre en doute l'assimilation que nous venons de faire.

Quoi qu'il en soit, les dépôts pleistocènes de nos régions comprennent plusieurs termes bien distincts, superposés, correspondant à autant de périodes différentes. A deux niveaux au moins de leur épaisseur, on trouve, sous forme de lits plus ou moins tourbeux ou charbonneux, des vestiges d'anciens sols, et la terre végétale qui couronne la terre à briques constitue le plus récent de ces sols, celui qui forme actuellement la surface du pays.

Dans presque toute l'épaisseur de notre Pleistocène, on trouve des ossements de grands animaux fossiles : mammouth, rhinocéros, etc. L'homme y a aussi laissé des traces de son existence, sous forme d'ustensiles en silex qui se rencontrent à différents niveaux, depuis les cailloux de la base de l'ergeron jusque dans les parties les plus inférieures du Pleistocène.

[1] Dans le bassin de la Haine, le limon pleistocène s'étend de la cote 20 environ, près d'Hensies, jusqu'à la cote 212, près de Mont-Sainte-Geneviève. Dans un même méridien et sans quitter le bassin de la Haine, on le trouve à 180 mètres dans la forêt de Mormal et à 20 mètres à Hensies.

On a même des preuves de l'existence de l'homme dans notre pays avant la formation des plus anciens de ces dépôts.

Les silex taillés que l'on trouve inclus dans les dépôts pleistocènes sont dits *paléolithiques*, par opposition aux instruments *néolithiques*, modernes, que nous avons signalés dans la tourbe des bords de la Haine. Les ustensiles paléolithiques sont d'un travail moins perfectionné, plus primitif que les armes, souvent polies, de l'époque néolithique. Les objets paléolithiques appartiennent à une série de types distincts et chaque type se trouve à un niveau déterminé dans la succession des dépôts. De plus, on constate que les ustensiles sont d'un travail d'autant plus rudimentaire qu'ils sont trouvés plus bas dans la série des couches, c'est-à-dire qu'ils sont plus anciens. Les vestiges de la présence de l'homme, que l'on rencontre parmi les cailloux de la base du Pléistocène le plus ancien, n'ont pas subi de taille proprement dite. Ce sont de simples éclats accidentels que l'homme a, par quelques retouches sur les arêtes, rendus maniables et appropriés à un usage momentané.

Nous avons donc, par ce qui précède, la preuve certaine que l'homme a habité nos contrées pendant les temps pleistocènes en compagnie d'animaux aujourd'hui éteints tels que le mammouth, le rhinocéros à narines cloisonnées, auxquels nous pouvons ajouter d'autres espèces fossiles : l'ours des cavernes, une espèce de lion, un cerf de grande taille, etc., et toute une série d'animaux, encore vivants aujourd'hui, mais ne faisant plus partie de la faune du pays : l'hippopotame, le renne, plusieurs antilopes, le bouquetin, le bœuf musqué, le buffle, le bœuf urus, l'aurochs, la marmotte, le renard bleu, le glouton, la hyène tachetée, le lion, l'ours grisly, etc., etc.

Le fait, aujourd'hui mille fois prouvé, de l'existence de l'homme en compagnie d'animaux éteints, fossiles, n'a été admis qu'à une date relativement récente et au prix des plus grandes difficultés. C'est à l'un de nos compatriotes, le

Dr Schmerling, de Liège, que revient l'honneur d'avoir le premier apporté des preuves certaines en faveur de cette notion si importante pour l'histoire de l'humanité.

A l'époque néolithique, après le dépôt du plus récent des limons pleistocènes, pendant que se formait la tourbe de la vallée de la Haine, il y avait à Spiennes, des deux côtés de la vallée de la Trouille, d'importants ateliers de fabrication d'armes en silex. Les hommes néolitiques extrayaient le silex qui existe dans la craie du sous-sol et y atteignaient par des puits creusés à travers les dépôts pleistocènes, y compris l'ergeron et la terre à briques. Par cela même, il est démontré que l'homme des temps néolithiques vivait à une époque postérieure au dépôt des limons pleistocènes les plus récents [1].

Les limons pleistocènes qui couvrent les environs de Mons, et qui règnent, du reste, sur une grande partie de la Belgique, du nord de la France, de l'Allemagne rhénane, etc., s'étendent sur les plateaux et sur les collines, à la façon d'un manteau, nous pourrions ajouter : à la façon d'un manteau troué. Sur certains versants de vallées, surtout quand ils font face à l'ouest, et sur le sommet de certaines collines, le limon, balayé par le ruissellement des eaux pluviales, est en partie entraîné dans les cours d'eau et en partie accumulé vers le bas des versants, où il forme ce qu'on appelle le *limon des pentes*.

Quand la couverture superficielle formée par le limon est totalement enlevée par l'action de la pluie, favorisée par la déclivité du sol, le *sous-sol* est visible au jour, il *affleure*.

Lorsque les roches du sous-sol sont résistantes ou que le lavage superficiel est très rapide, l'affleurement est *réel* et l'on voit directement ces roches. Mais quand les terrains sont meubles (sable, argile) ou très altérables sous l'action des

[1] A. Briart, F. L. Cornet et A. Houzeau de Lehaie, *Rapport sur les découvertes géologiques et archéologiques faites à Spiennes, en 1867.* (Mém. et Public. de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut, t. ii, 3e série, 1868.)

pluies, les affleurements réels peuvent être masqués par des débris terreux ou caillouteux que l'on appelle *éboulis des pentes*.

Le Mont Panisel, l'Eribus, la colline de Mons, sont des exemples de hauteurs dégarnies de limon pleistocène, mais où, cependant, l'observation directe du sous-sol est rarement possible en dehors des excavations.

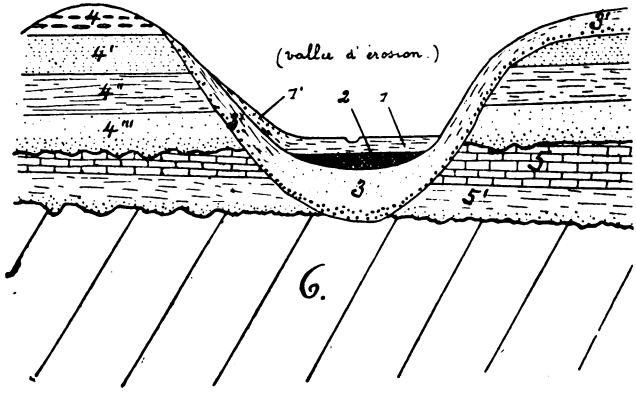


FIGURE 1. — *Schéma général de la disposition des formations géologiques aux environs de Mons* [1].

1. — Limon alluvial		*Dépôts modernes*
1'. — Limon des pentes		
2. — Tourbe		
3. — Cailloux et sables	*Pleistocène.*	*Terrains tertiaires*
3'. — Cailloux, sables et limons . .		
4. — Étage paniselien	*Éocène.*	
4'. — » yprésien (sable) . . .		
4''. — » » (argile) . . .		
4'''. — » landenien		
5. — Crétacique supérieur (craies, etc.)		*Terrains secondaires*
5'. — » inférieur (marnes, etc)		
6. — Terrain houiller		*Terrains primaires*

[1] Cette coupe ne se rapporte à aucun endroit déterminé. Les hauteurs et, par conséquent, les pentes, sont fortement exagérées.

§ 2.

La plus grande partie de la ville de Mons est bâtie sur une colline conique dont le sommet se trouve à 78 mètres au-dessus du niveau de la mer et domine de 48 mètres les alluvions de la Haine au Faubourg du Parc. Cette colline s'élève brusquement de la plaine alluviale, couverte de prairies, qui l'entoure de tous côtés.

Dans les tranchées que l'on creuse dans les rues pour installer diverses canalisations, dans les fouilles de fondations, dans les puits, etc., on trouve, presque en tous les points de la ville, du sable fin, vert ou jaune verdâtre, parfois jaune ou brun. Ça et là, on constate que de minces lits argileux, non continus, y sont intercalés.

Examinons de près un échantillon, bien vert, de ce sable. Regardons à la loupe une pincée de sable sec ou mettons-en une parcelle dans une goutte d'eau sous un objectif faible du microscope. Nous voyons que la roche consiste en *grains* de deux espèces, tranchant nettement par leur couleur et leur forme. Les uns, de beaucoup les plus nombreux, sont transparents ou à peu près, hyalins, incolores, anguleux ; on voit que ce sont des éclats brisés, des fragments d'un minéral. Ce minéral est très dur, il raie le verre, comme on peut s'en assurer facilement ; il n'est pas fusible, il possède un éclat vitreux spécial, toutes ses surfaces de cassure sont raboteuses ou plus ou moins courbées ; bref, il réunit tous les caractères qui font reconnaître le quartz, c'est-à-dire la silice cristalline ordinaire. Nous pourrions confirmer cette détermination par l'étude des aspects qu'il présente en lumière polarisée ou, au besoin, en faisant appel à la chimie. Il n'y a pas de doute possible, notre sable est formé en grande partie de petits grains de quartz brisé ; c'est la composition du sable proprement dit, du sable siliceux. A côté de ces menus fragments de quartz, nous aper-

cevons au microscope des grains d'un vert très foncé, paraissant parfois presque noirs, à surface arrondie et luisante rappelant celle des grains de poudre. Si nous écrasons un de ces grains, il donne une poussière verte, demi-transparente. C'est de la *glauconie*, c'est-à-dire un silicate hydraté d'alumine et de fer. Ce sont ces grains qui, intimement mêlés à notre sable quartzeux, lui donnent une teinte d'ensemble verte. Des sables de ce type sont des *sables glauconifères*.

Dans certains échantillons du sable de Mons, nous remarquons que les grains de glauconie sont brunis à la surface, qu'ils sont comme rouillés ; d'autres sont entièrement changés en une petite masse brune et, en même temps, le sable qui les renferme a perdu sa teinte franchement verte pour devenir vert jaunâtre ou même tout à fait jaune ou brun. Ces changements de couleur sont dus, évidemment, à une *altération* de la glauconie. Cette altération a eu pour effet la formation de rouille ou hydroxyde de fer ($2\,F^2O^3$, $3\,H^2O$) appelé en minéralogie *limonite*. Les silicates ferrifères, tels que la glauconie, sont susceptibles de donner de la limonite sous l'influence d'un agent oxydant en présence de l'eau. Cet agent oxydant ne peut être, en la matière, que l'oxygène de l'air dissout dans l'eau pluviale, et l'on sait que le sable est une roche éminemment perméable. Les eaux de pluie s'y infiltrent facilement et tendent à en décomposer les éléments ferrifères avec production de limonite. C'est pourquoi le sable vert de la colline de Mons a une tendance à devenir jaune ou brun vers la surface du sol. C'est un exemple de l'*altération superficielle des roches sous l'influence des eaux météoriques*.

Le quartz et la glauconie, la limonite en certains points, sont les *éléments constituants essentiels* du sable de Mons. Si nous ajoutons qu'il renferme, à titre d'*éléments accessoires*, quelques petites paillettes de mica, nous aurons entièrement défini sa composition. C'est un sable glauconifère micacé.

La glauconie, dont nous venons de donner la composition et les caractères, est un élément extrêmement répandu dans les terrains de notre pays. Ce minéral, qui a, indirectement, une origine organique, se forme dans la nature actuelle, sur le fond de mer, à une certaine distance des côtes. On ne le trouve jamais dans les *dépôts d'eau douce* comme les terrains modernes et pleistocènes dont nous avons parlé, à moins qu'il n'ait été arraché à des dépôts plus anciens. Il semble donc que l'on doive en conclure que le sable de la colline de Mons a une origine marine.

En effet, de même que, dans les dépôts de la vallée de la Haine et dans les limons pleistocènes, nous avons trouvé des coquilles de mollusques d'eau douce et terrestres, nous trouvons dans notre sable glauconifère de Mons, des coquilles de mollusques appartenant à des genres qui ne vivent que dans la mer, des turritelles, des dentales, etc. On y rencontre, en outre, des couches, ayant parfois plusieurs décimètres d'épaisseur, formées par une accumulation de lentilles siliceuses de quelques millimètres de diamètre, qui sont des coquilles d'animaux inférieurs marins, du groupe des Foraminifères ; on les appelle *Nummulites* (*N. planulata*).

La mer aurait donc séjourné à l'endroit où se trouve aujourd'hui le chef-lieu du Hainaut ? Comment y est-elle venue ? Comment s'en est-elle allée ?

Ce sont là des questions auxquelles le géologue répond avec autant de certitude que l'historien que l'on interroge sur l'origine de la Ville et les sièges qu'elle a subis. Mais la réponse, pour être comprise, ne peut être faite directement. Nous y arriverons à coup sûr et en procédant pas à pas.

Dans les tranchées que l'on creuse dans les rues de la Ville, on trouve constamment, même après une très longue

sécheresse, le sable imprégné d'une petite quantité d'eau, trop faible pour le *mouiller* réellement, mais lui donnant cependant une moiteur très sensible que l'on trouve d'ailleurs dans toutes les roches, tendres ou dures, poreuses ou imperméables, à quelques décimètres sous la surface du sol ; c'est ce qu'on appelle leur *eau de carrière*. C'est de l'eau qui adhère aux particules par capillarité. Si l'on creuse dans le sable une excavation plus profonde, un puits, on arrive, à une profondeur variable selon les points, à du sable franchement mouillé. Quand on y a pénétré de quelques décimètres, on constate que l'eau filtre des parois et du fond et bientôt, elle s'accumule dans le puits jusqu'au niveau du point où on l'a vue apparaître.

Tout ceci nous montre qu'en dessous de la région où le sable était à peine imprégné d'une légère moiteur, il en existe une autre où il est imbibé d'un excès d'eau qui coule dans les puits qu'on y creuse et les remplit jusqu'à un certain niveau. Cette région du sable est, comme on dit, *aquifère*. L'eau qui l'imbibe forme une *nappe aquifère* ou *nappe phréatique*. Les puits ordinaires qui existent encore à Mons, vont chercher leur eau dans cette nappe.

D'où vient l'eau de cette nappe aquifère ? Incontestablement, elle provient des eaux pluviales qui s'infiltrent avec tant de facilité dans les sables. Mais puisque les sables laissent si aisément passer l'eau, comment se fait-il, qu'à une certaine profondeur, l'eau y séjourne sans plus descendre ? On peut répondre *a priori* que c'est parce qu'elle rencontre un obstacle à sa descente, autrement dit, une base imperméable.

Cette base imperméable existe, en effet. Des puits et des sondages creusés à travers les sables glauconifères l'ont rencontrée et même traversée. Prenons quelques exemples. Un puits artésien foré autrefois près de la rue Samson, après avoir traversé 25 m. 80 de sable glauconifère, a traversé une couche d'argile épaisse de 16 m. 00, puis est entré de nouveau dans du sable

Un sondage foré à l'ancienne prison[1], au Parc, à une cote inférieure, a atteint la même argile à la profondeur de 11 m. 85 et l'a traversée sur une épaisseur de 15 m. 65 avant d'arriver au sable sous-jacent. Dans un autre forage, creusé en 1876 à la brasserie Paulet, rue de Bertaimont, l'argile a été atteinte à la profondeur de 12 m. 25 et présente une épaisseur de 21 m. 75.

Je pourrais citer une douzaine d'autres exemples ; tous prouvent que le sable décrit plus haut repose sur de l'argile et qu'en dessous de celle-ci on trouve un autre sable dont nous allons bientôt parler. (Fig. 3.)

Cette argile, sous-jacente au sable glauconifère, présente une teinte bleuâtre et on y trouve quelques fragments de bois carbonisé ayant appartenu à des Conifères. La présence de bois pourrait faire croire, à première vue, que l'on a affaire à un dépôt d'eau douce. Il n'en est rien ; les blocs de bois fossile sont perforés de trous de *tarets*, ces singuliers mollusques marins qui attaquent les pieux des estacades et les épaves flottantes. L'argile qui forme la base de la colline de Mons est donc bien, comme le sable qui la recouvre, d'origine marine. L'ensemble de l'argile et du sable de Mons constitue un terme géologique qui s'appelle l'*Étage yprésien*.

Transportons-nous au Mont Panisel, cette colline visible de loin quand on vient de l'ouest, qui se dresse au sud-est de la ville de Mons, jusqu'à la hauteur de 107 mètres au-dessus du de la mer et qui domine de 72 mètres les alluvions de la Trouille. (Fig. 2.)

Partant du vallon de l'Ermitage, suivons vers le sud un chemin creux qui s'élève lentement jusqu'au sommet de la colline. Dans les talus de cette route et de quelques autres chemins qui y aboutissent, affleure du sable très glauconifère, un peu argileux, plus grossier que celui de la colline de Mons,

[1] Aujourd'hui Dépôt des archives de l'État.

et s'en distinguant facilement. Dans ce sable sont intercalés des bancs, légèrement inclinés vers le nord, d'une roche cohérente verte, lustrée sur la cassure. En examinant de près un fragment de cette roche, nous voyons qu'elle est formée par des grains de sable agglomérés en une masse compacte et cohérente ; c'est ce qu'on appelle un *grès*.

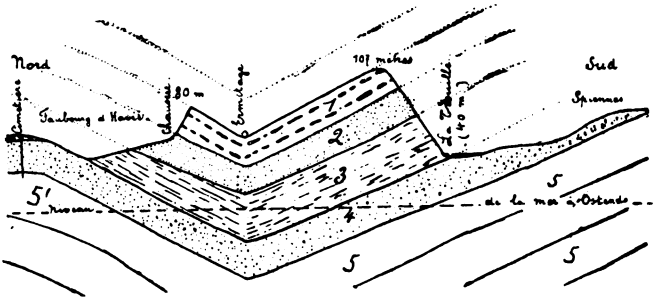


FIGURE 2. — *Coupe du Mont Panisel. Le pointillé indique le prolongement des couches avant la dénudation. Longueur de la coupe : 4.000 mètres.*

1. — Sable et grès paniseliens.
2. — Sable yprésien.
3. — Argile yprésienne.
4. — Sable landenien.
5 et 5'. — Montien et Crétacique.

La roche est pointillée de nombreux grains de glauconie ; c'est un *grès glauconifère*. En cassant quelques blocs de cette roche, nous ne tardons pas à nous apercevoir qu'elle renferme un assez grand nombre de coquilles qui sont fortement empâtées dans le grès, mais qu'il est assez facile de dégager. Ces coquilles appartiennent toutes à des genres absolument marins ; ce sont surtout des Gastropodes et des Pélécypodes. Nous citerons, parmi les espèces les plus nombreuses : *Pinna margaritacea*, *Cardita planicosta*, *Cardium porulosum*, *Lucina saxorum*, *Turritella imbricataria*, *Rostellaria fissurella*.

Nous avons donc affaire à un dépôt d'origine marine.

Ces sables glauconifères avec bancs de grès appartiennent à un étage géologique dit *Paniselien.*

Si, du sommet de la colline, nous descendons la pente rapide qui aboutit à la plaine alluviale de la Trouille, nous recoupons la tranche des couches paniséliennes, puis nous arrivons sur des sables glauconifères, non argileux, rappelant beaucoup ceux qui constituent la colline de Mons. On y trouve, d'ailleurs, dans un chemin creux, près de l'endroit dit « Le Bocage » un banc de *Nummulites planulata* agglomérées, tout à fait identique à celui que nous avons signalé à Mons même. Nous avons donc bien affaire au *sable yprésien.*

En approchant du pied de la colline, non loin de la Trouille, on peut constater que le sable à Nummulites repose sur une argile analogue à l'argile yprésienne de Mons.

La série des terrains qui constituent la masse du Mont Panisel peut donc se résumer comme suit :

PANISELIEN : Sable glauconifère avec bancs de grès.

YPRÉSIEN { Sable glauconifère à *N. planulata.*
Argile.

D'après le *principe de superposition* que nous avons énoncé plus haut, on doit admettre que, de ces deux étages marins, le plus récent est le plus élevé, c'est-à-dire le Paniselien. D'autre part, le Paniselien constitue les parties culminantes du voisinage de Mons ; au-dessus, on ne trouve dans les environs aucun étage marin plus élevé, c'est-à-dire plus récent.

Faisons quelques pas vers l'ouest et arrivons à l'Eribus, colline surbaissée qui s'étend entre Mons, Ciply, Hyon et Cuesmes. Le terme géologique le plus élevé de l'Eribus est, comme à Mons, le sable yprésien à *N. planulata* ; on l'exploite au Trieu de Bertaimont. Les puits des environs sont alimentés par la nappe aquifère renfermée dans ce sable, et,

sous le sable, se trouve une argile qui ne peut être que la même que celle de la base de la colline de Mons et du mont Panisel, c'est-à-dire l'argile yprésienne. (Fig. 3.)

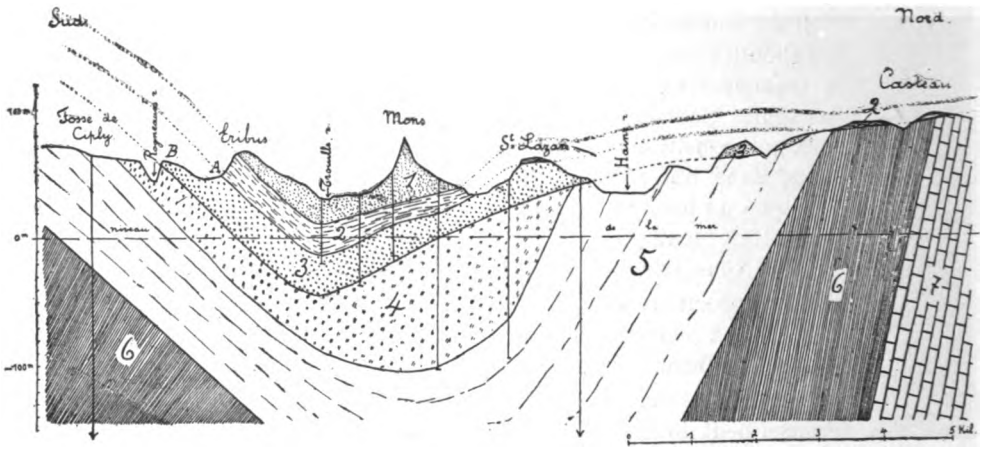


FIGURE 3. — *Coupe passant par le charbonnage de Ciply, le beffroi de Mons et Casteau.*

1. — Sable yprésien.
2. — Argile yprésienne.
3. — Sable landenien.
4. — Étage montien.
5. — Terrain crétacique.
6. — Terrain houiller.
7. — Calcaire carbonifère.

A. — Emplacement des exploitations de l'Eribus (Cuesmes).
B. — » » vieilles carrières de Ciply.

Quelques sondages et puits artésiens sont indiqués par des verticales.

Près de la station de Cuesmes-État, le flanc de l'Eribus est entamé par une vaste exploitation. (Fig. 3, A.) On y voit, sur six ou huit mètres d'épaisseur, l'argile yprésienne dans son état normal. C'est une argile compacte, colorée en gris bleu foncé par du sulfure de fer finement divisé. On n'y

trouve guère, en fait de fossiles, que les blocs de bois carbonisé perforés de tarets qui ont déjà été mentionnés plus haut. Vers la surface du sol, l'argile est colorée en brun par suite de l'altération du sulfure de fer, avec formation de limonite. Dans la partie sud de l'exploitation, on constate que l'argile repose, par une surface de contact très nette, sur un sable à grain assez fin, gris vert, glauconifère, non argileux. On le voit jusqu'au fond des excavations et on sait même qu'il s'étend jusqu'à plusieurs mètres plus bas. Ce sable est celui dont nous avons précédemment signalé la présence sous l'argile yprésienne de la colline de Mons. Il appartient à l'*Étage landenien*[1]. A l'Eribus même, le Landenien ne renferme pas de traces d'êtres vivants, mais un peu plus à l'est, à Cuesmes et à Flénu, on trouve, dans des sables plus cohérents appartenant au même étage, une série de fossiles dont le plus commun est *Pholadomya Konincki*. La faune du Landenien est entièrement marine[2].

Quittons les exploitations de l'Eribus et dirigeons-nous vers Ciply. Près de l'endroit dit la Favarte, un peu au sud de la fabrique de sucre, on voit une sablonnière ouverte dans le sable landenien. En ce point, l'argile yprésienne fait défaut et le sable est directement soumis aux infiltrations des eaux pluviales ; la glauconie s'est altérée dans la partie supérieure et le sable a pris une teinte brune.

[1] Un autre contact de l'argile yprésienne sur le sable landenien se voit aux briqueteries qui sont au chemin du Canon, derrière le cimetière de Mons. Ces couches marines y sont surmontées de graviers et de sables pleistocènes très intéressants.

[2] En certains points de notre région, vers Havré et Boussoit, à Leval-Trahegnies, Grand-Reng, etc., on trouve entre les sables landeniens marins à *Ph. Konincki* et l'argile yprésienne, également marine, des sables blancs, des argiles, des lignites, etc., ne renfermant que des fossiles d'eau douce (lézards, tortues, poissons, etc.). Ces dépôts constituent le *Landenien supérieur*, par opposition au *Landenien inférieur* marin.

Plus au sud encore, entre le chemin de Bavai et le Rieu des Rogneaux, non loin de l'église de Ciply, se trouvent de vastes carrières abandonnées (fig. 3, B). On y voit, sous une mince couche de limons et graviers pleistocènes, du sable vert analogue à celui de la Favarte et présentant à sa base une couche de cailloux roulés de silex à surface verdie. C'est ce qu'on appelle le *gravier-base* du Landenien. Nous verrons que, *normalement, tout étage géologique présente un gravier à la base.*

Ce gravier-base du Landenien repose sur une roche d'un blanc jaunâtre, de nature calcaire, absolument différente de celles que nous avons rencontrées jusqu'ici, et dont nous aurons à reparler plus loin. Bornons-nous à dire qu'elle fait partie d'un ensemble de couches calcaires, crayeuses, qui s'étendent sous le Landenien et qui rentrent presque toutes dans ce qu'on appelle le *Terrain crétacique.*

A environ un kilomètre au sud de ces anciennes carrières, se dresse une sorte de haute butte noire, un *terril*, formé par l'accumulation des déblais remontés du puits du charbonnage de Ciply. Les matériaux qui constituent cet amas comprennent des grès durs, plus ou moins micacés et des roches de nature argileuse, mais compactes et cohérentes appelées *schistes*, remplies de débris de végétaux et parmi lesquelles le mineur nous apprendra à reconnaître les blocs qui proviennent du dessus, du *toit*, des couches de houille et ceux qui ont été arrachés à sa base ou *mur*.

La fosse de Ciply, pour arriver au *Terrain houiller*, a dû traverser une épaisseur de 88 mètres de terrains stériles ou *morts-terrains*, constitués exclusivement par le terrain crétacique, dont nous venons de voir le sommet en contact avec la base du Landenien.

Après avoir fait ces constatations dans la région du sud de Mons, jetons un coup d'œil sur ce qui se passe au nord. Aux briqueteries du Bois-brûlé, près de la halte de Nimy-Maisières et dans la grande tranchée du chemin de fer, on trouve l'argile yprésienne reposant sur le sable landenien. Dans une exploitation de craie blanche située à l'est de la voie ferrée, on voit le Landenien reposer sur le Crétacique. Plus au nord, vers Masnuy, le sable yprésien se montre au-dessus de l'argile, et même, sur une colline de 125 mètres d'altitude, entre le camp de Casteau et la station de Masnuy, apparaît du Paniselien.

Le charbonnage de Ghlin, dont le terril se dresse non loin du Bois-brûlé, a atteint le terrain houiller sous une épaisseur de 289 mètres de terrain crétacique. La surface de la formation houillère se relève rapidement au nord de la fosse, car on la voit venir au jour dans la tranchée en courbe qui se trouve à peu de distance au sud de la halte d'Erbisœul.

Le terrain crétacé ne s'étend pas si loin vers le nord, et à Erbisœul les sables landeniens surmontent directement le terrain houiller, nous montrant ainsi, pour la première fois, un bel exemple de *lacune stratigraphique* (fig. 3).

Nous avons appris à connaître, jusqu'ici, des exemples des trois grands groupes de *terrains* ou *formations* que distinguent les géologues. Les étages paniselien, yprésien et landenien forment la base de ce qu'on appelle les *Terrains tertiaires* ; le Crétacique rentre dans les *Terrains secondaires* et le Houiller fait partie des *Terrains primaires*.

Nous allons essayer de résumer graphiquement une partie des observations locales qui viennent d'être exposées.

Les courbes de niveau des cartes du Dépôt de la Guerre, ou des nivellements quelconques, peuvent nous fournir les cotes d'altitude d'un grand nombre de points de la surface du sol

et nous permettent d'établir des profils topographiques orientés dans divers sens, autrement dit, des *coupes* du sol. Construisons une coupe qui passe par le puits artésien de l'ancienne prison (Place du Parc) et celui de la brasserie Paulet, et prolongeons-la d'un côté vers la colline du faubourg Saint-Lazare et Casteau, de l'autre vers l'Eribus et Ciply. Indiquons par des verticales les puits artésiens, sondages, etc., qui se trouvent dans le plan de la coupe ou à proximité immédiate. Repérons sur chacune de ces verticales les profondeurs auxquelles se trouvent les bases du sable yprésien et de l'argile yprésienne, ainsi que celle du Landenien en contact avec les terrains crayeux, calcaires, qui sont en dessous. Relions ensuite les points correspondants des verticales par des lignes que nous prolongeons de part et d'autre jusqu'aux points où elles viennent affleurer au sol, c'est-à-dire où l'on peut voir à l'air libre, ou sous les limons superficiels, la superposition des terrains. On doit, pour ce faire, utiliser les observations faites à la surfarce du sol et dans les excavations artificielles, tranchées, exploitations, etc.

Une *coupe géologique* ainsi construite (fig. 3) est donc une section menée par la pensée à travers le sol selon un plan vertical (en général, du moins) pour en montrer la structure interne ; on suppose que l'on voit la tranche du sol sur l'une des parois de la section. On a utilisé les *documents en profondeur* fournis par les puits artésiens, etc., et les *observations de surface*. Comme dans la plupart des coupes géologiques, les terrains modernes et pleistocènes, d'une épaisseur relative très faible, ont été négligés.

L'essentiel, dans la construction d'une coupe géologique, est de fixer les limites des différents terrains superposés, ou, comme on dit, leurs *contacts* au sol et dans la profondeur. Ces contacts, observés au jour ou dans les puits et sondages, constituent, avec le profil topographique du sol, les données positives sur lesquelles est basée la coupe.

Les points observés des coupes géologiques sont reliés par des lignes qui sont, à la vérité, hypothétiques, mais on peut, dans le cas qui nous occupe, les tracer avec assurance.

Si l'on a bien saisi ce que c'est qu'une *coupe*, il n'est pas difficile de comprendre ce que représente une *carte géologique*. C'est une carte, géographique ou topographique, sur laquelle on désigne d'une façon quelconque (teintes, signes conventionnels, etc.) les espaces occupés par les affleurements des différents terrains, c'est-à-dire que ces terrains ne sont figurés que là où ils constituent directement la surface du sol, là où ils sont visibles. Cependant, dans la plupart des cartes, on suppose enlevé le manteau formé par les dépôts pleistocènes qui cacheraient, presque partout, dans nos pays, les terrains plus anciens. En d'autres termes, ces cartes représentent le terrain tel qu'il apparaîtrait si l'on enlevait les limons, sables, etc., pleistocènes.

La Belgique possède aujourd'hui une carte géologique en 226 feuilles à l'échelle du 40.000e.

Si l'on examine la coupe (fig. 3), on est tout de suite frappé par la double pente que présentent les couches vers une ligne qui passe à peu près par le pont de la Trouille, à l'Avenue de Bertaimont.

Du reste, nous avons vu plus haut que les couches du mont Panisel sont inclinées vers le vallon de l'Ermitage ; nous pouvons ajouter que celles qui constituent la colline du Faubourg d'Havré pendent en sens inverse, vers ce même vallon. (Fig. 2.)

Il résulte de ces observations, et de beaucoup d'autres que nous pourrions citer, que les assises landeniennes, yprésiennes et paniséliennes des environs de Mons, ne sont pas horizontales. Elles sont disposées en gouttière, en fond de bâteau ou, pour employer le terme technique, en *synclinal*. La ligne qui réunit les points les plus bas du synclinal, son

thalweg si l'on veut, part du vallon de l'Ermitage, passe par le pont de l'Avenue de Bertaimont, puis se dirige vers l'ouest et va coïncider, plus ou moins exactement, avec le thalweg hydrographique de la vallée de la Haine.

Le plissement des couches qui constitue le synclinal est trop accentué pour qu'on puisse supposer qu'il est primitif, c'est-à-dire que les sables et les argiles tertiaires se sont déposés sur les parois d'une vallée à pente aussi rapide. Cette courbure des couches en fond de bâteau est postérieure à leur dépôt et elle n'a pu se faire que par des *mouvements du sol* dont nous chercherons plus tard à établir la nature.

Pour le moment, nous ne retiendrons de tout ceci qu'un seul fait : c'est que des mouvements du sol, ayant dérangé l'horizontalité des couches, ont affecté les environs de Mons postérieurement au dépôt de la formation marine la plus récente qu'on y trouve. Nous savions du reste déjà, par une observation citée plus haut (p. 13), que le fond de la vallée de la Haine s'est affaissé, par rapport au niveau de la mer, depuis l'époque des graviers à ossements de mammouth.

§ 3.

Il résulte de l'exposé que nous venons de faire dans le § 2, que la mer a autrefois séjourné dans la région de Mons, qui en est aujourd'hui éloignée de plus de 100 kilomètres ; elle y a laissé du sable et des argiles où sont inclus des débris d'animaux montrant nettement l'origine marine des dépôts qui les renferment.

De même que les formations modernes des bords des rivières nous ont servi à expliquer les autres dépôts fluviatiles d'âge pleistocène qui s'étendent en dehors des vallées, ne se peut-il pas que l'étude des rivages de la mer et l'examen des dépôts qu'elle a pu former à des époques récentes, nous soient très utiles pour interpréter les formations marines de l'intérieur du pays ?

Rendons-nous donc sur le bord de la mer, au voisinage de Heyst, par exemple ; choisissons l'itinéraire qui passe par Saint-Ghislain, Blaton, Renaix, Gand et Bruges, et faisons la route sans nous arrêter. Lors du voyage de retour, nous stationnerons en plusieurs points de l'itinéraire pour y faire des observations destinées à relier les constatations que nous aurons faites à la côte avec les connaissances déjà acquises aux environs de Mons. Bornons-nous, pour le moment, à remarquer que, depuis Blaton jusque non loin de Gand, le sol superficiel est presque partout formé par un limon pleistocène qui a le même aspect que celui des environs de Mons. De Gand à Bruges, au contraire, le pays, très plat, est entièrement sableux. De Bruges à Blankenberghe, comme de Bruges à l'embouchure de l'Escaut, à Ostende ou à Nieuport, le terrain est d'une horizontalité absolument parfaite. Nous sommes dans la *plaine maritime*. La nature du sol a changé encore une fois ; les champs sont formés d'une terre argileuse gris foncé, bien différente du limon des environs de Mons.

Si l'on jette les yeux sur une carte d'ensemble, on remarque que le littoral flamand, depuis Calais jusqu'à l'embouchure de l'Escaut, est d'une remarquable régularité et presque rectiligne. Sur notre territoire, la côte est bordée d'un cordon de dunes, plus ou moins large selon les points, mais à peu près continu.

Escaladons une de ces croupes sableuses, au voisinage de Heyst. Devant nous, nous voyons la plage, l'estrand ; c'est une bande sableuse partant du pied des dunes et légèrement inclinée vers la mer qui la recouvre et découvre alternativement et vient, lors des fortes marées ou des tempêtes, entamer la base des dunes. Le talus de la plage se continue jusqu'à une certaine distance au-delà du niveau des marées basses.

Quiconque a visité le littoral connaît l'origine des dunes. Elles sont dues à l'accumulation du sable que les vents du large, à marée basse, chassent de la plage vers l'intérieur ; ce sont des *formations éoliennes*. Dans l'état le plus simple, une dune consiste en un bourrelet sableux présentant du côté de la terre un versant plus rapide que du côté extérieur [1]. D'habitude, une série de croupes plus ou moins régulières se succèdent l'une derrière l'autre jusqu'à une distance de la plage atteignant par place 5 kilomètres. Sous l'action du vent, grain par grain, ces ondulations sableuses se déplacent ; abandonnées à elles-mêmes, elles tendraient à envahir la plaine maritime. On met obstacle à leurs progrès en les couvrant de grandes herbes à rhizomes allongés (Hoyat, *Ammophila arenaria)*.

Entre le bourrelet dunal et la région sableuse des Flandres que nous avons quittée à Bruges, s'étend la plaine maritime. C'est une surface plate et horizontale qui commence près de Calais, longe toute la côte belge sous forme d'une bande de 20 à 25 kilomètres de largeur moyenne, puis se continue dans la région qui borde le Bas-Escaut jusqu'en amont d'Anvers. On la considère souvent comme limitée vers l'intérieur par la courbe de niveau de 5 mètres, mais, en réalité, la plaine maritime proprement dite n'atteint pas partout cette ligne et la plus grande partie de sa surface ne dépasse que de 2 ou 3 mètres le zéro du nivellement topographique. C'est dire qu'elle est à un niveau inférieur à celui des marées hautes et que, n'étaient les *digues* et le cordon dunal, la mer y pousserait ses eaux deux fois par jour et envahirait le pays jusqu'au-delà de Bruges [2].

[1] Sur notre côte, on remarque que le versant faisant face à la mer, est, au contraire, le plus raide et est souvent presque à pic. Ce fait est dû à l'attaque du pied des dunes par les vagues des hautes marées et des tempêtes.

[2] Les marées hautes de vives eaux atteignent une hauteur de 5 mètres au-dessus de la cote 0.

Comme nous allons le voir, de telles invasions ont eu lieu à des époques très récentes, rentrant dans le domaine historique.

Ces terres qui ne sont à l'abri des invasions de la mer que grâce à des digues artificielles, constituent les *polders*. Les eaux pluviales qui y tombent et celles des cours d'eau qui y pénètrent ne peuvent être évacuées vers la mer qu'à marée basse, grâce à un réseau compliqué de fossés et de canaux munis d'écluses.

Les terres de la région poldérienne sont en général d'une grande fertilité qui contraste avec la stérilité du sable des Flandres.

L'horizontalité de la plaine maritime en rend l'étude géologique assez difficile. Fort heureusement, les grands travaux du canal maritime de Bruges à Heyst et ceux du port de Bruges ont, dans ces dernières années, procuré aux géologues l'occasion d'étudier dans de belles tranchées la série des dépôts qui la constituent.

Le tableau suivant résume la composition du sol de la plaine maritime, en procédant de haut en bas :

Moderne	8. *Sable de la plage ; dunes.*
	7. *Argile supérieure des polders.*
	6. *Sable marin à* Cardium.
	5. *Argile inférieure des polders.*
	4. *Sable marin.*
	3. *Tourbe.*
Pleistocène	2. *Sable des Flandres.*
Panisélien	1. *Sable avec grès.*

Contrairement à ce que nous avons fait précédemment, nous examinerons ces dépôts en commençant par les plus anciens :

1. — Le Panisélien est représenté, dans le voisinage de Heyst et de Blankenberghe, par des sables glauconifères accompagnés de lits de grès remplis de fossiles. Ce n'est que

par des sondages que l'on peut établir sa présence sous le sol de la plaine maritime ; il se trouve à 35 mètres de profondeur, au puits artésien de Blankenberghe.

2. — A ce même puits artésien, on trouve, entre le sable panisélien et la tourbe de l'époque moderne, une épaisseur de plus de 26 mètres de sable gris vert renfermant des coquilles marines (*Cardium edule, etc.*). Ce sable forme partout le susbtratum des dépôts modernes de la plaine maritime ; à la limite orientale de cette plaine, on le voit surgir de dessous les couches modernes et, s'étendant vers le sud jusque Courtrai et vers l'est jusque vers Aerschot, il constitue le sol superficiel de la plus grande partie des Flandres et d'une portion notable de la province d'Anvers. C'est le *sable des Flandres*. On le range dans le Pleistocène le plus récent et on le considère comme l'équivalent marin, le contemporain, de l'ergeron du Hainaut.

Sous les dépôts modernes de la plaine maritime, le sable des Flandres est glauconifère, inaltéré, et renferme une série de coquilles marines qui sont des espèces de la plage actuelle, à l'exception de quelques formes qui sont aujourd'hui étrangères à notre faune. Ce sable est, parfois aussi, fossilifère à l'intérieur du pays, quand il est sous le niveau de la nappe aquifère ; mais dans ses parties superficielles, les infiltrations météoriques agissant sur le sable, l'ont décoloré, jauni, et ses coquilles ont disparu.

3. — Avec la *tourbe*, commencent les dépôts modernes de la plaine maritime. La couche de tourbe, assez continue sur toute l'étendue de la plaine, varie, en épaisseur, de 1 à 6 mètres. On y trouve des troncs d'arbres, debout ou couchés, et de nombreuses souches, souvent coupées net à ras de la surface supérieure de la tourbe (bouleau, peuplier, hêtre, chêne, noisetier, pin, etc.).

A une certaine hauteur, déjà voisine du sommet, on a rencontré dans la tourbe des haches polies et autres ustensiles en silex néolithiques, parfois des pirogues creusées dans des

troncs d'arbres, etc. Plus haut, dans les deux ou trois décimètres supérieurs, on trouve une foule d'objets datant des premiers temps de l'histoire écrite de notre pays, des poteries gauloises, des poteries romaines, des monnaies et médailles romaines en or, argent et bronze.

Aucune de ces monnaies et médailles n'est postérieure au règne de Posthumus (258-267).

On sait, d'après des sondages, que la tourbe s'étend en mer jusqu'à environ 15 kilomètres du littoral actuel ; les tempêtes en rejettent fréquemment de gros paquets sur la plage où il n'est pas rare de rencontrer des fragments de poteries gauloises et romaines qui en proviennent.

4. — La tourbe est recouverte par des sables plus ou moins argileux occupant toute l'étendue de la plaine maritime et renfermant des bancs formés par des amas de coquilles marines. Ces sables marins ont environ 2 mètres d'épaisseur.

5. — Puis vient une couche assez discontinue, mais s'étendant jusqu'à la côte actuelle et même la dépassant vers le large, d'une argile plastique grise, *l'argile inférieure des polders.*

6. — Cette argile est surmontée d'un sable grossier à coquilles marines, également très discontinu, mais arrivant cependant jusqu'à la limite orientale de la plaine maritime et, notamment, jusqu'aux portes de Bruges.

7. — Enfin, ce sable est recouvert par place par une argile grise, plastique, l'*argile supérieure des polders.*

8. — Le *sable de la plage* est en continuité avec les bancs de sable et de vase, sans cesse remaniés par les courants, qui constituent le fond des régions voisines de la Mer du Nord. Les vases de ces régions y sont concentrées le long de la côte, dans un espace qui s'étend entre Nieuport et l'embouchure de l'Escaut. Elles représentent, incontestablement, les matières limoneuses ramassées par ce fleuve et ses affluents dans toutes les parties du bassin et, spécialement, sur les surfaces occupées par les limons pleistocènes.

On peut, en parcourant la plage, en observant le jeu du flux et du reflux et celui des courants côtiers, faire des observations intéressantes sur la sédimentation littorale ; on se rend compte, entre autres, de la façon dont les coquilles et les autres débris organiques sont incorporés dans la masse du sable, comme l'ont été, à des époques précédentes, les fossiles dont nous avons déjà eu l'occasion de parler. Ces coquilles que chaque marée brasse avec le sable de la plage, appartiennent à des mollusques qui vivent actuellement dans la Mer du Nord, et elles constituent un ensemble qui représente la faune malacologique actuelle de cette mer.

Cependant, en y regardant de plus près, on remarque çà et là, parmi les amas de coquilles, quelques espèces qui n'appartiennent pas à cette faune ; l'une d'elles est très abondante, c'est la *Cardita planicosta*. De temps en temps on trouve, rejetés sur la plage, de petits blocs de grès glauconifère dans lesquels il est facile de retrouver empâtées les mêmes coquilles étrangères à la faune actuelle. Ces coquilles sont des *fossiles* et ces grès appartiennent au Panisélien. Les sables panisé-liens, qui forment le substratum des dépôts pléistocènes et modernes de la côte, affleurent au large sous les sables qui revêtent le fond de la mer. Ils ont été autrefois et sont encore aujourd'hui, probablement, érodés, attaqués par les courants et les vagues des tempêtes. Des fragments de grès et des fossiles panisé-liens se retrouvent incorporés dans les sables marins modernes, sur lesquels reposent les argiles des polders, et on les voit, enfin, mêlés au sable de la plage actuelle.

Les fossiles d'origine panisélienne se retrouvent donc enfouis, une seconde fois, dans des dépôts bien postérieurs à leur gisement primitif ; ce sont des *fossiles remaniés*.

Ces cas de *remaniement* ne sont pas rares dans nos terrains.

Après avoir ainsi décrit sommairement la succession des dépôts modernes et pleistocènes qui constituent la plaine

maritime, tâchons de reconstituer la succession des phénomènes dont la partie côtière de notre pays a été le théâtre dans les temps les plus récents de l'histoire du globe, et dont ils sont les témoins irrécusables.

Nous voyons d'abord, par l'extension du sable des Flandres, que pendant la dernière phase des temps pleistocènes [1], et lorsque dans le Hainaut se déposait l'ergeron, la mer envahit la partie nord-ouest de ce qui est aujourd'hui la Belgique jusque Courtrai au sud et jusque Aerschot à l'est, en envoyant des golfes allongés dans les grandes vallées du bassin de l'Escaut.

Puis, la mer se retire vers le nord-ouest, reportant la côte bien au-delà, sans doute, de notre littoral actuel. C'est à cette époque que, notre climat s'étant réchauffé, le Renne quitte notre pays pour émigrer vers le nord, et que commence l'époque moderne. Des tourbières s'établissent dans les vallées des rivières ; sur la surface qui est aujourd'hui la plaine maritime et jusqu'à environ 15 kilomètres vers le large, elles prennent un grand développement.

La formation de la tourbe se poursuivait depuis des siècles, quand l'homme néolithique, l'homme qui avait créé les exploitations de silex de Spiennes, arriva dans le pays. Ce n'est, en effet, que dans des parties déjà élevées de la tourbe que l'on trouve des ustensiles de l'âge de la pierre polie.

Quelles furent les populations qui se succédèrent ensuite en Belgique ? On ne le sait au juste. Toujours est-il qu'à l'époque où Jules César conquit la Gaule Belgique, la plaine maritime, le pays des Morins et des Ménapiens, continuait à être une

[1] Avant l'époque du sable des Flandres, le territoire qui est aujourd'hui la partie méridionale de la Mer du Nord, à l'ouest de la Hollande et de la Belgique, était continental et prolongeait notre pays vers le Nord-Ouest, jusqu'en Angleterre.

région de marécages et de tourbières. Ces conditions devaient encore durer environ deux siècles [1].

Vers la fin du IIIe siècle, la mer avait commencé à revenir lentement vers l'est. Après le règne de Posthumus (258-267), la plaine maritime paraît avoir été inhabitée [2]. Vers l'an 300, la mer a dépassé l'emplacement de la côte actuelle, et elle envahit graduellement le pays jusqu'à la limite intérieure de la plaine maritime. C'est à cette invasion que correspond le dépôt du sable marin qui recouvre la tourbe. Les historiens font mention de grandes tempêtes qui ravagèrent la côte entre 300 et 850.

Vers le milieu du IXe siècle, la mer se retire lentement ; il persiste cependant des criques allongées et des lagunes où la mer ne pénètre qu'à marée haute. Comme elle le fait aujourd'hui encore dans les criques de Philippines, elle y dépose une vase fine qui constitue notre *argile inférieure des polders*.

Ces conditions durent jusque vers l'an 1000. La plaine maritime se repeuple à mesure du retrait de la mer et de l'envasement des lagunes. C'est probablement de cette période que datent les premières digues.

Après l'an 1000, la scène change encore une fois. La mer inonde de nouveau des régions qu'elle semblait avoir quittées définitivement, et elle va déposer jusque Bruges des sables à coquilles marines. Ce retour offensif fut surtout désastreux pour la Hollande ; en Belgique, il se fit sentir jusque vers Mariakerke (à l'ouest d'Ostende). Une grande partie du sol hollandais fut submergée définitivement, laissant comme traces de l'ancienne côte, la chaîne des îles de la Frise ; la formation

[1] On estime que la formation de la tourbe a duré environ 6000 ans. Le mètre supérieur représente le temps compris entre l'époque de la pierre polie et la fin du IIIe siècle.

[2] Il est à remarquer que les noms de lieux gallo-romains sont absents de la plaine maritime, où l'on ne trouve que des noms germaniques.

du Zuiderzee date de cette époque (1170),ainsi que le morcellement du sol de la Zélande. Une presqu'île (Wulpen) et une île (Schooneveld) qui existaient au large de Heyst, disparurent de la carte ; la bouche de l'Escaut prit son emplacement actuel.

Vers l'an 1200, et même déjà vers la fin du XIIe siècle, la mer tendait à se retirer. Les habitants en profitèrent pour endiguer au fur et à mesure les espaces qu'elle ne couvrait plus qu'à marée haute.

Pendant les trois siècles suivants, les conquêtes de la terre sur la mer continuèrent à progresser. En même temps, la côte, d'abord accidentée d'anses et de pointes sableuses, se régularisa et prit son tracé rectiligne, ce qui entraîna la disparition de certains lieux habités mais, par contre, le comblement de plusieurs criques. Le long du littoral ainsi constitué, s'établit un cordon de dunes qui constitue une digue naturelle abritant la plaine maritime contre les incursions de la marée haute.

Vers l'année 1570, la Flandre entra dans une période politique des plus troublées. L'entretien des digues et des canaux d'écoulement fut négligé ; parfois même, pour la défense des places fortes, les digues furent rompues. Cet état de choses amena l'inondation, à la fois par les eaux douces privées de leur écoulement et par les eaux de la mer, de grandes étendues de la plaine maritime. Plus tard, lorsque la tranquilité reparut dans la Flandre, les dégats furent réparés et le terrain perdu rapidement reconquis. Mais les inondations des XVIe et XVIIe siècles laissèrent un témoin sous forme de l'*argile supérieure des polders*.

Ainsi donc, pour nous résumer, vers la fin des temps pleistocènes, la mer a envahi ce qui est aujourd'hui la partie méridionale de la Mer du Nord, puis a pénétré profondément sur notre territoire actuel, où elle a déposé le sable des Flandres. Plus tard, elle s'est retirée vers le N.-W. mais en ne rétrocédant au continent qu'une partie du territoire conquis.

Pendant les temps historiques, la mer a envahi par deux fois la plaine maritime. La première invasion ensevelit sous les sables la couche de tourbe qu'avaient foulée les conquérants romains et enleva de nouveau à la terre ferme des espaces dont la plus grande partie ne lui fut jamais rendue. De sorte que, si l'on fait la somme algébrique des avancées et des reculs, on peut dire que depuis la dernière phase de l'époque pleistocène, la Mer du Nord a considérablement empiété sur le continent.

Aujourd'hui, si les dunes et les digues venaient à disparaitre, on verrait la mer envahir à marée haute non seulement la plaine maritime toute entière, mais encore des territoires que n'ont jamais recouverts les deux invasions postérieures à la tourbe [1].

Les faits que nous venons de constater nous montrent que la *limite de la terre et du domaine maritime*, dans nos contrées, *est éminemment variable*, et ils nous font comprendre plus facilement que la mer ait pu, aux époques qui ont précédé le Pleistocène, envahir le pays jusque bien loin dans l'intérieur et déposer des sables et des argiles tels que ceux qui constituent la colline de Mons et le Mont Panisel.

§ 4.

Nous avons, plus haut, signalé le terrain panisélien comme formant, dans le voisinage de Blankenberghe et de Heyst, le substratum des dépôts pleistocènes et modernes. Nous pouvons nous demander sur quoi il repose et si, comme dans les environs de Mons, nous trouverons successivement, en descendant sous le Panisélien, les étages yprésien et landenien, puis le crétacique, puis le terrain primaire.

[1] La plus grande partie de nos connaissances sur la géologie de la plaine maritime et ses vicissitudes récentes est due aux recherches de M. A. Rutot.

C'est, en effet, ainsi que les choses se présentent, comme le démontrent les forages artésiens exécutés dans la plaine maritime.

Un puits artésien, creusé à Blankenberghe, a traversé la série suivante de terrains :

Moderne	9 m. 50
Pleistocène (sable des Flandres). .	26 m. 50
Panisélien.	24 m. 00
Yprésien	77 m. 00
Landenien (traversé sur 11 mètres).	

La base du Landenien n'a pas été atteinte en ce point, mais le puits artésien d'Ostende vient compléter ces données. En voici la coupe :

Moderne	16 m. 00
Pleistocène	24 m. 34
Yprésien	136 m. 50
Landenien	38 m. 00
Terrain crétacique	92 m. 40
Terrain primaire à	307 m. 24

Cette série de terrains est donc comparable à celle des environs de Mons. On remarque, d'autre part, que les différents étages géologiques se rencontrent ici à une cote beaucoup plus basse qu'à Mons. Le Panisélien qui, au sommet du Mont Panisel, est à la cote 107, ne se rencontre à Blankenberghe qu'à 33 mètres sous le niveau de la mer. Le Landenien, à Ciply, a sa base à 58 mètres, tandis qu'à Ostende, cette base n'est atteinte qu'à la cote 212 environ, c'est-à-dire qu'elle présente entre ces deux points une dénivellation de 270 mètres.

Il semble donc que les terrains présentent une pente générale de Mons vers la mer. En nous rapprochant de Mons, nous verrons que cette pente est assez régulière.

Reprenons la route de Bruges à Mons, par Gand et Renaix. A Bruges, des forages indiquent que le Panisélien n'est plus qu'à la cote 5.

A mi-chemin entre Bruges et Gand, à Aeltre, dans une petite tranchée, la seule de la ligne, affleurent des sables remplis de fossiles,dans lesquels on reconnait la faune panisélienne *(Cardita planicosta*, *Turritella edita*, etc. etc.).

A Gand, le sous-sol de la plaine, sous le sable des Flandres et les alluvions de la Lys et de l'Escaut, est formé par le Panisélien. Sur la rive gauche de l'Escaut, un puits artésien, creusé il y a quelques années, a traversé la série suivante :

Sable des Flandres	3 m. 50
Panisélien	13 m. 50
Yprésien	135 m. 00
Landenien	36 m. 00
Terrain crétacique	16 m. 00
Terrain primaire à 204 m.	

Ce puits artésien est creusé au pied d'une petite colline, sur laquelle est bâti le quartier St-Pierre, et dont le sommet ne dépasse pas la cote 29 (les alluvions de l'Escaut sont à la cote 6). Dans cette butte de 23 mètres de haut, nous trouvons, au-dessus du Panisélien, une série de couches qui nous permettent de poursuivre vers le haut la série que nous avons commencé de dresser aux environs de Mons.

Sur les sables paniseliens avec *Cardita planicosta* et *Turritella edita*, vient d'abord une couche, d'un mètre d'épaisseur, d'un sable présentant à sa base un gravier dans lequel on trouve une Nummulite bien différente de celle de l'Yprésien, la *Nummulites laevigata* [1]. Ce sable appartient à l'étage *laekenien*.

Au-dessus, commençant aussi par un gravier, viennent des sables, durcis en grès à la partie inférieure, renfermant divers fossiles, entre autres une nouvelle espèce de Nummulites *(N. variolaria)*. C'est l'étage *ledien*. Il est surmonté par une assise consistant en sable argileux, avec gravier

[1] Ce fossile y est à l'état remanié.

renfermant *Nummulites Orbignyi* à la base, suivi d'une argile glauconifère, et dont on fait l'étage *asschien*. Enfin, au point le plus élevé de la colline, on trouve des graviers quartzeux qui représentent un vestige d'un étage que nous allons bientôt retrouver ailleurs, le *Diestien*.

Ces constatations faites, continuons notre route vers Mons, en passant par Renaix.

A quelques kilomètres de Gand, par suite du relèvement général des couches, l'Yprésien se fait jour dans la vallée de l'Escaut. Le pays qui s'étend entre ce point et Renaix est constitué dans les parties basses par l'Yprésien, et dans les parties élevées par le Panisélien.

La ville de Renaix, dont la partie la plus basse est à la cote 30 environ, est située sur l'argile yprésienne. Plusieurs puits artésiens, creusés dans la ville ou à proximité, sont allés jusqu'aux terrains primaires.

Voici la coupe de l'un d'eux :

Moderne et Pleistocène	12 m. 00
Yprésien.	32 m. 50
Landenien	20 m. 40
Terrain crétacique	24 m. 25

Terrain primaire à 89 m. 15.

Aux environs de Renaix, se dressent des collines élevées faisant partie d'un groupe qui s'étend, de l'ouest à l'est, de la vallée de l'Escaut jusqu'au nord de Flobecq. Le Mont de l'Hotond, au nord-ouest de Renaix, et le Mont de la Musique, au nord-est, atteignent la cote de 150 mètres.

Le pays que dominent ces collines est constitué par l'Yprésien ; si l'on se rend, par exemple, de la vallée du ruisseau qui traverse Renaix (cote 30) au sommet du Mont de l'Hotond, on marche d'abord sur l'argile, puis sur le sable yprésien ; ensuite, à mesure qu'on s'élève, on recoupe successivement le Panisélien, le Laekenien, le Lédien et l'Asschien. Le sommet de la colline, à partir de la cote de 130 mètres, est constitué par des sables brun rouge, limoniteux, d'un aspect très

caractéristique, souvent remplis de cailloux roulés de silex, qui appartiennent à l'étage diestien. (fig. 48).

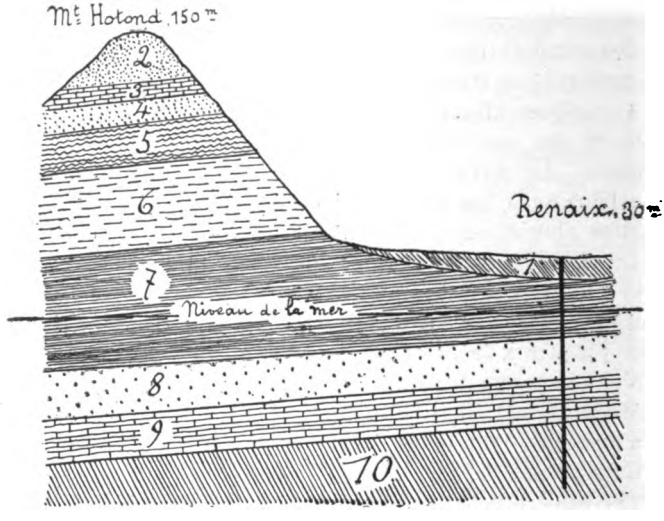


FIGURE 4. — *Coupe passant par le mont de l'Hotond et la ville de Renaix.*

1. — Pleistocène.
2. — Diestien.
3. — Asschien.
4. — Lédien et Laekenien.
5. — Panisélien.
6. — Sable yprésien.
7. — Argile yprésienne.
8. — Sable landenien.
9. — Crétacique.
10. — Primaire.

La coupe des collines de Renaix, complétée en profondeur par les indications des puits artésiens, répète donc à peu près

ce que nous venons d'observer à Gand, mais on remarquera que les terrains se sont considérablement relevés. En effet, par exemple, la base du Panisélien qui était à Gand à la cote — 11, se trouve, sur le flanc sud du mont de l'Hotond, à la cote + 85. Les couches se sont donc relevées de 96 mètres.

Ce relèvement continue à mesure qu'on marche vers le sud. Au nord de Frasnes-lez-Buissenal, s'élèvent une série de collines formant une ramification de celles de Renaix. Elles comprennent de bas en haut : sable yprésien, panisélien, laekenien, lédien et asschien. Le pays qu'elles surmontent est formé d'argile yprésienne. Sur le flanc de ces collines, à leur extrémité sud, la base du Panisélien se trouve vers la cote 95 ou 100.

Au sud des collines de Buissenal, les couches se relevant toujours, tous les terrains supérieurs à l'Yprésien disparaissent ou ne se rencontrent plus que dans quelques collines, telles que le mont de la Trinité, non loin de Tournai, et le mont Panisel, près de Mons. Le sable yprésien même n'apparaît plus que dans les parties élevées.

A Leuze, la base du Landenien se trouve à la cote + 32, alors qu'à Renaix, elle était encore à — 35. Il y a, à Leuze, environ 13 mètres de terrain crétacique entre le Landenien et le terrain primaire.

Enfin, nous atteignons Blaton, où nous voyons le grès de Grandglise, qui n'est que le sable landenien durci, reposer directement sur le terrain primaire à la cote + 50.

Nous arrivons ainsi à la vallée de la Haine. Comme le montrent nos coupes fig. 2, 3, etc., les terrains y sont infléchis en une sorte de gouttière orientée de l'est à l'ouest, dans le sens de la longueur de la vallée. Mais ce n'est là qu'un accident local. Au sud, le Landenien continue à s'élever. Sa base est à + 90 mètres à Angreau et, au voisinage de la ligne de faîte entre le bassin de la Haine et celui de la Sambre,

elle arrive à + 170 mètres, soit, comparativement à Ostende une différence de 382 mètres.

Nous avons jusqu'ici, dans le Hainaut et dans les Flandres, rencontré une superposition d'étages géologiques manifestement d'origine marine [1] formant une série qui s'étend du Landenien au Diestien.

Cette série n'est pas complète.

Le Panisélien, que nous avons suivi sans interruption d'Ostende à Frasnes-lez-Buissenal et que nous connaissons déjà à Mons, n'existe que dans les deux Flandres et dans les région du Brabant et du Hainaut situées à l'ouest de l'axe de la vallée de la Senne ; à l'est de cette ligne, sa place, entre l'Yprésien et les assises supérieures, est occupée par un autre étage, le *Bruxellien* [2].

En outre, dans la partie du territoire belge qui se trouve au Nord-Est d'une ligne qui joint Bruges à Huy, il s'intercale dans la série précédente des étages que nous n'avons pas rencontrés dans le Hainaut ni dans notre voyage dans les Flandres. Ce sont, d'abord, entre l'Asschien et le Diestien, les étages *tongrien* (sables de Vieux-Jonc, argile de Hénis, etc.), *rupélien* (argile de Boom, etc.), et *boldérien* (sables noirs d'Anvers, etc.). Entre l'Asschien et le Lédien, on trouve, dans le Brabant, etc., l'étage *wemmelien*, consistant en sables à *Nummulites wemmelensis*. Au-dessus du Diestien, se placent les étages *scaldisien* et *poederlien*. Ce dernier est le plus récent de nos terrains marins antérieurs au Pleistocène [3].

[1] A l'exception de *la partie supérieure* du Landenien des Flandres, qui représente un *dépôt d'eau saumâtre*.

[2] Le Bruxellien consiste surtout en sables roux, bruns, blancs ou verts (glauconifères). Ces sables sont parfois calcareux et, par place, agglomérés en grès calcareux en bancs (pierre de Gobertange), ou en grès formant des noyaux isolés (grès lustrés, grès fistuleux, pierres de grottes). L'*Ostrea cymbula* et la *Lucina Volderiana* caractérisent cet étage. Les sables roux de la forêt de la Houssière, à Braine-le-Comte, de Mont-Saint-Guibert, etc., sont bruxelliens.

[3] Plus au Nord, en Hollande, on trouve sur le Poederlien, un étage marin plus récent encore, l'*Amstélien*.

On peut, par des observations de surface ou par des sondages, établir que l'ordre de superposition successive de tous ces étages, du Landénien au Poederlien, est bien celui qui résulte de tout ce qui précède. Mais nulle part, dans le pays, on ne trouve dans une région limitée ou sur une même ligne droite orientée dans le sens de la pente des couches, la superposition complète de ces étages. Il se présente, dans l'échelle de nos terrains, ce qu'on appelle des *lacunes*.

Nous avons rencontré de telles lacunes dans les collines de Renaix où, entre l'Asschien et le Diestien, une série d'étages font défaut (Tongrien, Rupélien et Boldérien) et où le Wemmelien manque entre le Lédien et l'Asschien. C'est que, nous pouvons dès maintenant avancer cette hypothèse, les mers qui les ont déposés ne sont pas arrivées jusque là, ou bien que ces étages, ou une partie d'entre eux, ont été primitivement déposés mais ont été *enlevés* avant le dépôt de l'étage qui les surmonte. Les deux cas peuvent se présenter.

§ 5.

Dans tous ces étages géologiques, du Landenien au Poederlien, il y a des *fossiles*. Ils sont plus ou moins abondants, parfois rares, mais ils ne font complètement défaut nulle part.

Ces fossiles appartiennent, pour la plupart, à des genres ou à des familles qui ne vivent aujourd'hui que dans la mer. Dans quelques étages seulement, on trouve des débris d'animaux d'eau saumâtre ou d'eau douce (Landenien supérieur, etc.).

Le plus grand nombre de ces fossiles sont des coquilles de mollusques et appartiennent à des espèces qui ne vivent plus aujourd'hui. Dans les étages les moins élevés, tels que le Landénien et l'Yprésien, on ne trouve que très peu d'espèces encore vivantes. Il y en a davantage dans le Tongrien et le

Rupélien, et dans les étages les plus récents (Poederlien, Scaldisien, etc.), on trouve beaucoup de représentants de la faune actuelle.

D'une façon générale, la faune de tous ces terrains est d'autant plus différente de la faune actuelle qu'on s'adresse à des étages plus anciens. C'est là le principe fondamental de la *paléontologie stratigraphique* qui a pour but pratique de déterminer l'*âge relatif* des terrains, d'après leurs fossiles.

Les faunes de deux étages voisins dans la série présentent, en général, beaucoup d'espèces communes. Ces espèces communes sont moins nombreuses quand les deux étages sont espacés, et elles sont d'autant plus rares qu'ils sont plus distants.

Les dépôts de chaque étage renferment un ensemble de fossiles que l'on peut retrouver aux différents endroits où se présente cet étage. Parmi ces fossiles, il en est que l'on retrouve dans les étages situés plus bas ou plus haut dans la série, mais un certain nombre sont spéciaux à l'étage envisagé.

Les fossiles spéciaux à un étage, ceux qui y sont plus communs que dans aucun autre, ou même ceux qui y sont particulièrement abondants, permettent souvent, par leur présence, de reconnaître, de caractériser les dépôts d'un étage. Chaque étage possède ainsi ses *fossiles caractéristiques*.

C'est précisément d'après ces espèces caractéristiques qu'ont été établis les étages énumérés plus haut. Cependant, l'établissement d'un étage géologique repose aussi sur des considérations d'autre nature, sur lesquelles nous reviendrons plus tard. Qu'il nous suffise de dire ici qu'en général, les différents étages superposés sont séparés par des lits plus ou moins épais de cailloux roulés, des *graviers*, qui constituent des points de repère excellents.

La série des étages allant du Landenien au Poederlien constitue ce que les géologues appellent le *groupe tertiaire*.

Les variations subies par la faune, quand on l'étudie dans les étages successifs, ont permis de subdiviser les terrains tertiaires en quatre *systèmes*. En y faisant rentrer les terrains pleistocènes et les terrains modernes qui n'en sont, somme toute, que les plus récents, les étages géologiques que nous avons appris à connaître jusqu'ici peuvent se classer comme suit :

GROUPE TERTIAIRE.	PLEISTOCÈNE		Supérieur ou Moderne.
			Inférieur ou Quaternaire.
	PLIOCÈNE		Poederlien (village de *Poederle*).
			Scaldisien (*Scaldis* ou Escaut).
			Diestien (ville de *Diest*).
	MIOCÈNE		Boldérien (coll. du *Bolderberg*).
	OLIGOCÈNE		Rupélien (rivière *Rupel*).
			Tongrien (ville de *Tongres*).
	ÉOCÈNE	Supérieur	Asschien (village d'*Assche*).
			Wemmelien (» de *Wemmel*).
			Lédien (» de *Lede*).
		Moyen	Laekenien (ville de *Laeken*).
			Bruxellien (» *Bruxelles*).
		Inférieur	Panisélien (colline du *Mont Panisel*).
			Yprésien (ville d'*Ypres*).
			Landenien (ville de *Landen*).
			Montien[1] (ville de *Mons*).

§ 6.

D'une manière générale, nos terrains tertiaires sont formés d'une série d'assises sableuses ou argileuses inclinées au nord et s'imbriquant les unes sur les autres de telle sorte qu'en marchant du sud au nord, et bien que le niveau topogra-

[1] Voir plus loin.

phique général s'abaisse, on marche sur des dépôts de plus en plus élevés, c'est-à-dire de plus en plus récents.

On comprend par conséquent que, sur une carte géologique, en supposant enlevés les terrains modernes et pleistocènes [1], les affleurements des différents étages se présenteraient sous forme de bandes allongées à peu près de l'est à l'ouest. C'est bien, en effet, ce qui a lieu, *grosso modo*, et sur la carte on voit que la limite d'un étage vers le sud est indiquée par une ligne plus ou moins sinueuse, parfois très tourmentée. Mais, pour presque tous les étages, cette limite sud actuelle est loin d'être la limite primitive : ils se sont autrefois étendus bien au delà de cette ligne.

Prenons un exemple concret, celui des hauteurs de Renaix. Elles sont situées dans une région dont la surface est formée par l'Yprésien et elles comprennent, au-dessus de cet étage, du Panisélien, du Laekenien, du Lédien et de l'Asschien formant une succession de couches, empilées comme des disques, dont on voit la tranche sur les flancs des collines ; le tout est surmonté d'un chapeau de Diestien. Le Laekenien et le Lédien se retrouvent, au sud, jusque sur les collines qui dominent Frasnes-lez-Buissenal.

Il serait absurde de supposer que le Diestien, par exemple, qui forme le sommet des collines de Renaix, y a été déposé en paquets limités, indépendants de la grande nappe continue qu'il forme vers le nord-est. Il faut admettre, au contraire, que ces lambeaux isolés de Diestien ont été autrefois réunis entre eux et avec la masse principale qui s'étend au nord-est, et l'on doit dire la même chose des lambeaux d'Asschien, de Lédien et de Laekenien. Les parties intermédiaires des assises ayant disparu, les collines de Renaix peuvent être

[1] La nouvelle *Carte géologique de la Belgique* (à l'échelle du 40.000e) représente, par des teintes convenues, les affleurements des étages à la surface du sol ou sous les dépôts pleistocènes. Ceux-ci ne sont donc pas *représentés* mais, ils sont cependant *indiqués* par des notations conventionnelles.

comparées aux *témoins* que les terrassiers laissent dans les travaux de déblai. Ce sont, en effet, les témoins de vastes *déblais naturels* qui ont été effectués autour d'elles.

Les altitudes auxquelles le Laekenien, le Lédien, l'Asschien et le Diestien se présentent dans les collines de Renaix, donnent à penser que ces étages ont dû, autrefois, s'étendre bien plus au sud encore, et en effet, on les retrouve, en tout ou en partie, au Mont de la Trinité et dans les collines isolées du sud de la West-Flandre et de la Flandre française (Mt Kemmel, Mt Rouge, Mt Noir, Mt Cassel, etc.).Le Diestien se retrouve jusqu'au sommet des Noires-Mottes, au sud de Calais, à l'altitude de 143 mètres.

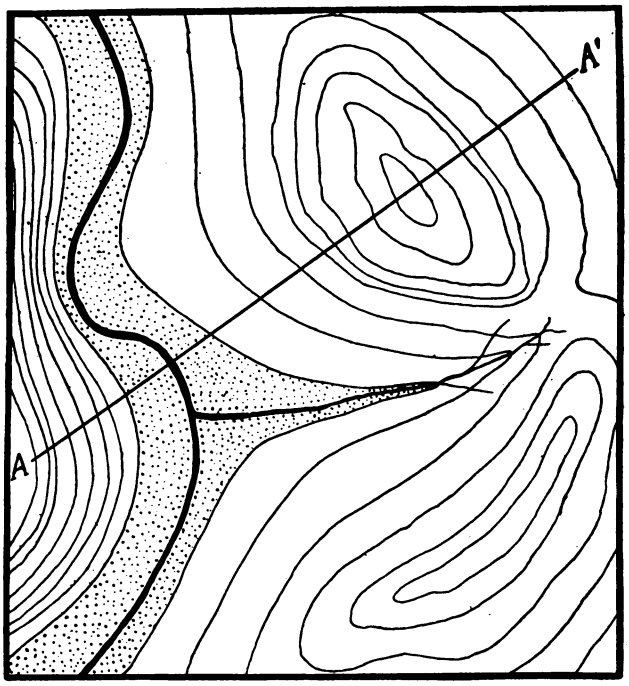
Le Panisélien du Mont Panisel, isolé au milieu d'une région formée de terrains plus anciens, est un témoin de l'ancienne extension de l'étage dans le pays de Mons. Près de Masnuy, se trouve un autre lambeau de Panisélien, bien moins important encore. Le Panisélien s'est donc autrefois étendu d'une façon continue jusque Mons et il est plus que probable qu'il a notablement dépassé ce point vers le sud. On ne peut affirmer, d'autre part, qu'il n'ait pas été surmonté par d'autres étages tertiaires, et en fait, on trouve dans le bassin de la Haine, voire même jusqu'au sud de la Sambre, des vestiges de l'ancienne extension du Diestien.

Dans les régions du pays formées par des terrains tertiaires et où la surface du sol est accidentée, la carte géologique présente un aspect très frappant[1]. Les limites des étages sont à peu près parallèles aux courbes de niveau[2] et les aires occupées par ces différents étages sont en retrait les unes sur les autres, de telle sorte que les étages les plus élevés occupent les espaces les plus restreints et se présentent souvent en lambeaux isolés très peu étendus.

[1] Voyez, entre autres, les feuilles Avelghem-Renaix, Flobecq-Nederbrakel, de la carte géologique au 40.000^e^, ainsi que celles de la région comprise entre la Senne et la Dyle.

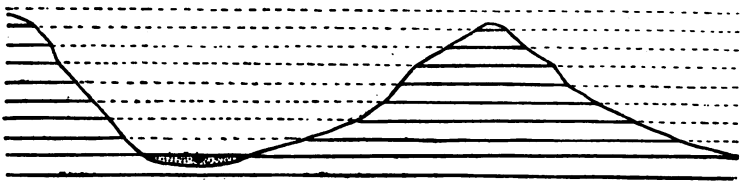
[2] En s'abaissant lentement vers le nord, comme nous l'avons vu.

FIGURE 5. — *Figure théorique représentant une portion de la carte géologique dans une région formée d'étages tertiaires* horizontaux. *Tous ces étages sont supposés, pour simplifier, avoir des épaisseurs égales. Les lignes courbes de la figure indiquent la séparation des étages sur la carte géologique. Les alluvions des rivières sont en pointillé.*



Encore une fois, les choses n'ont pas pu être ainsi dans l'état primitif ; les parties de chaque étage disjointes ou isolées par les dépressions du sol qui les séparent ou les entourent, ont dû autrefois être continues entre elles par dessus l'emplacement des vallées et des plaines actuelles. (Figures 5 et 6.)

FIGURE 6. — *Coupe suivant la ligne AA' de la figure 5*



Le pointillé indique les *déblais* qui ont été opérés par l'érosion lors du creusement des vallées. (Voir aussi les figures 2, 3 et 4.)

A quelles actions sont dus ces gigantesques déblais qui, en creusant les vallées qui séparent les plateaux et en créant les dépressions relatives sur lesquelles font saillie les collines, ont déchiqueté les limites cartographiques de nos assises tertiaires et, en certains points, n'ont laissé que des témoins isolés de l'ancienne extension des étages ? Ces actions sont celles de la *pluie*.

Les pluies, surtout les averses torrentielles de la fin de l'hiver, qui tombent sur un sol privé de végétation, ont dans nos climats une activité dont il est facile de se rendre compte. Les eaux ruisselant sur les pentes arrachent au sol, déjà plus ou moins ameubli par les actions chimiques de l'air humide, les gelées, etc., des cailloux, des débris terreux et sableux qu'elles charrient aux ruisseaux. Ceux-ci, dans leur partie supérieure, torrentielle, creusent activement leur lit et l'allongent sans cesse vers le haut. Plus bas, leurs divagations rongent et remanient leurs rives formées d'alluvions déposées à une époque antérieure. Les matières tenues en suspension dans l'eau, ou charriées sur le fond, descendent sans cesse vers l'aval et finissent, plus ou moins directement, par arriver à la mer.

L'influence des pluies et des cours d'eau sur la forme du relief du sol ne peut être sensible qu'après un temps très long ; elle n'en est pas moins réelle à l'époque actuelle, mais il est incontestable qu'elle a été plus active autrefois, à l'époque pleistocène.

Si nous voulons savoir quel chemin ont suivi les masses de sable et d'argile qui s'étendaient à travers l'emplacement de nos vallées et reliaient nos collines entre elles, regardons les dépôts pleistocènes anciens des environs de Mons, formés de sables glauconifères remaniés ou d'argiles d'origine panisélienne, yprésienne et landénienne, de cailloux empruntés aux graviers tertiaires, de blocs de grès paniséliens et landéniens et disons-nous bien que c'est là tout ce qui nous reste des grandes masses qui, de ruisseau en rivière et de rivière en fleuve, ont été entraînées vers la mer.

Le ruissellement pluvial et l'eau courante exercent sur le sol une *érosion* constante qui, à la longue, peut faire disparaitre sur des territoires immenses des étages entiers et même des séries d'étages. C'est ce qu'on appelle la *dénudation*.

§ 7.

Nous voici revenus dans les environs de Mons. Nous allons continuer à passer en revue les assises géologiques qu'on peut y observer, en procédant de haut en bas. Retournons aux vieilles carrières de Ciply, où nous avons précédemment (v. p. 28) observé le contact du Landenien sur ce que nous avons appelé le terrain crétacique (figure 3 B).

Sous le gravier qui termine vers le bas l'étage Landenien, on voit les parois de la carrière formées par une roche dont l'aspect tranche sur celui de ces sables glauconifères. Elle est d'un blanc jaunâtre, à texture grenue, assez friable sous les doigts, et formée, comme on peut aisément s'en assurer, presque entièrement par du carbonate de chaux. C'est ce qu'on appelle un *calcaire*.

En examinant les parois de la carrière, nous apercevons dans la roche quelques minces lits de débris de fossiles de genres marins. En y regardant de plus près et nous aidant de la loupe et du microscope, nous constatons que la roche elle-même est en grande partie formée de très menus fragments de coquilles, dont il serait parfois difficile de déterminer la

nature exacte, mêlés à une poudre calcaire plus fine encore. Tous ces éléments semblent provenir de la trituration de coquilles d'animaux marins. Nous sommes donc en présence d'une roche d'origine indirectement animale, d'une roche *zoogène*.

Le calcaire friable que nous venons de décrire s'appelle le *Tufeau de Ciply*. Il appartient à l'étage *montien*.

En passant du Landenien au Tufeau, nous avons vu la nature des roches changer brusquement ; disons tout de suite qu'en même temps, nous sommes passés des terrains tertiaires aux *terrains secondaires* et, pour préciser, au *terrain crétacique* qui en est le système le plus récent. Le Tufeau de Ciply constitue le sommet du Crétacique, et il est ici recouvert par le Landenien qui forme, aux environs de Mons, la base des terrains tertiaires. C'est ainsi, du moins, que se présentent les choses, à première vue.

De l'autre côté du vallon de Ciply, au sud de l'église, se trouvent les carrières des Gaillies (ou des Noyers), encore exploitées actuellement. Elles présentent une coupe des plus intéressantes. (Figure 7.)

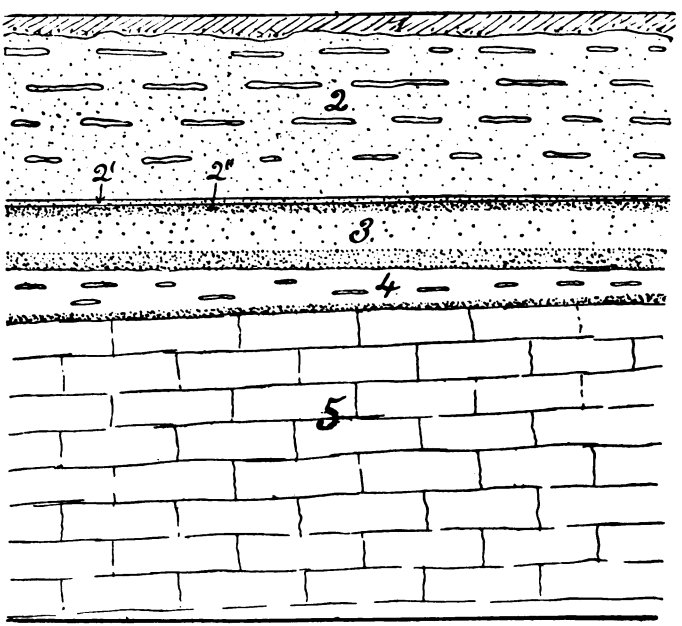
La partie supérieure des parois des carrières est formée par le *Tufeau de Ciply*. C'est la même roche calcaire, grenue, blanc jaunâtre et friable. A diverses hauteurs, on y trouve intercalés des bancs de quelques centimètres d'épaisseur d'une roche que nous voyons pour la première fois *en place*, c'est-à-dire là où elle s'est formée. C'est une roche grise, très compacte, très dure, à cassure esquilleuse ou conchoïde, à éclats coupants, translucides sur les bords. C'est du *silex*, consistant, comme on sait, en un mélange intime de silice anhydre et de silice hydratée.

Les fossiles du Tufeau de Ciply sont plus nombreux ici que dans la carrière précédente ; ce sont des coquilles de mollusques marins, des Gastropodes (*Cerithium*, *Voluta*, *Turritella*, etc.) et des Pélécypodes (*Lucina*, *Corbis*, *Arca*, *Cardium*, etc.), la plupart à l'état de *moules* ou d'empreintes externes ou internes, le test des coquilles ayant

disparu. Ces fossiles sont tertiaires et non crétaciques. Il en résulte que le Tufeau de Ciply doit être, au point de vue paléontologique et malgré la nature de la roche, considéré comme étant la base du Tertiaire et non comme le sommet du Crétacique, comme nous l'avons fait, provisoirement, plus haut.

A la base du Tufeau de Ciply, se trouve un gravier de petits cailloux bruns, luisants, très riches en phosphate de chaux, parmi lesquels on reconnait beaucoup de moulages

FIGURE 7. — *Coupe prise à la carrière des Gaillies, à Ciply.*



1. — Limon de pentes (0 m. 60).
2, 2', 2'' et 3. — Tufeau de Ciply (6 m. 50).
4. — Tufeau de Saint-Symphorien (1 m. 60).
5. — Craie phosphatée de Ciply (visible sur 8 m.).

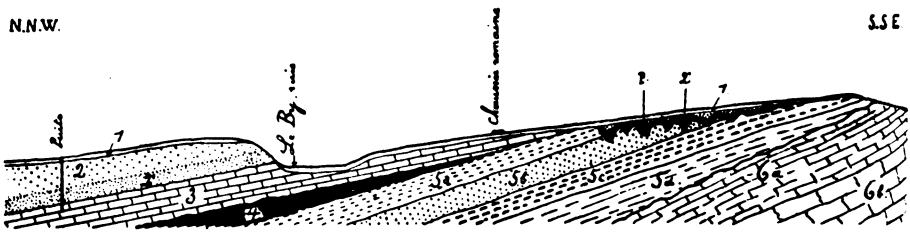
intérieurs de fossiles. Ce gravier est empâté dans du tufeau assez cohérent et forme ce qu'on appelle un *poudingue*. Celui-ci se nomme le *Poudingue de la Malogne*.

Sous ce poudingue, on voit, dans la carrière, un autre tufeau renfermant aussi quelques minces bancs de silex et terminé également à sa base par un poudingue de cailloux phosphatés. Mais on trouve dans ce tufeau des fossiles tout différents de ceux du Tufeau de Ciply. L'un d'entre eux est très abondant, c'est le *Thecidea papillata* ; il est accompagné d'une série de coquilles que nous allons retrouver dans l'assise sous-jacente. Tous ces fossiles sont essentiellement crétaciques. Aussi, c'est entre les deux tufeaux des carrières des Gaillies que l'on doit placer la limite entre le terrain crétacique et les terrains tertiaires. Le tufeau inférieur s'appelle, dans la géologie du pays, le *Tufeau de Saint-Symphorien*, et il appartient à l'étage *maestrichtien*.

Les carrières des Gaillies et les nombreuses carrières ouvertes sur le territoire de Ciply ne sont pas creusées pour l'exploitation du tufeau, qui n'y est qu'une cause d'encombrement. On enlève cette roche pour mettre à découvert la *Craie phosphatée de Ciply* que l'on exploite activement, non seulement à Ciply même, mais à Cuesmes, Mesvin, Spiennes, Saint-Symphorien et Baudour. (Figure 8.)

Une *craie* est une roche calcaire, à grain très fin, terreuse, friable. Elle est en général blanche, mais celle de Ciply présente une teinte gris brunâtre caractéristique. En l'examinant à la loupe, nous constatons que cette teinte brune est due à la présence d'une infinité de petits grains arrondis, luisants, de couleur ambrée. Ces granules sont formés en grande partie par du phosphate de chaux. Ils sont empâtés dans une poudre blanche, calcaire, dans laquelle on reconnaît facilement, au microscope, la présence de nombreuses coquilles de Foraminifères et de menus débris de coquilles de Mollusques, de Brachiopodes, d'Oursins, etc. ; le tout est comme noyé dans une poussière fine, de nature également calcaire.

FIGURE 8. — *Coupe générale du gisement phosphaté de Ciply, menée parallèlement à la route de Mons à Maubeuge.*



1. — Pleistocène.
2 et 2'. — Landenien.
3. — Tufeau de Ciply.
4. — Tufeau de Saint-Symphorien.
5. — Craie phosphatée de Ciply. { 5a. — Zone supérieure, à silex. 5b. — Zone moyenne, sans silex. 5c. — Zone inférieure, à silex.
5d. — Craie de Spiennes.
6a. — Craie de Nouvelles.
6b. — Craie d'Obourg.
P. — Phosphate riche, en « poches ».

Si l'on agite, avec de l'eau, de la craie de Ciply broyée, il est facile, par lévigation, de séparer cette partie blanche, calcaire et légère, des grains bruns phosphatés, plus denses. Dans l'eau laissée en repos, la farine calcaire se précipite sur le fond du vase et l'on obtient un dépôt analogue à de la craie proprement dite.

Les Foraminifères, les débris de coquilles et la fine poudre calcaire constituent les éléments d'une craie blanche ordinaire. Une craie est donc, comme la roche plus grenue des tufeaux, et comme, d'ailleurs, presque tous les calcaires, d'origine animale.

Quant aux grains phosphatés bruns, une étude attentive démontre qu'ils comprennent des Foraminifères encroûtés par du phosphate de chaux, de menus débris d'excréments de reptiles et de poissons, des dents et des écailles microscopiques, mêlés à de fines esquilles d'os de poissons et de reptiles. Les ossements entiers de poissons et de reptiles ne sont d'ailleurs pas rares dans la craie de Ciply, et l'on sait qu'on y a trouvé des squelettes complets de grands reptiles marins (Hainosaures, Mosasaures, etc.).

La craie de Ciply est très riche en fossiles : mollusques, brachiopodes, échinodermes, etc., bien différents des fossiles tertiaires. On y trouve en abondance des *Belemnites*, qui faisaient absolument défaut dans les terrains tertiaires (*Belemnitella mucronata*, avec *Pecten pulchellus*, *Trigonosema Palissii*, *Rhynchonella subplicata*, *Pyrgopolon Mosae*, *Catopygus fenestratus*, *etc.*). A sa base, la craie phosphatée renferme beaucoup de rognons de silex, qui ne sont, pour la plupart, que des éponges empâtées de substance siliceuse ; plus bas, elle passe à une craie très peu phosphatée ou non phosphatée, grossière, blanc grisâtre, riche en silex, qui est la *Craie de Spiennes*.

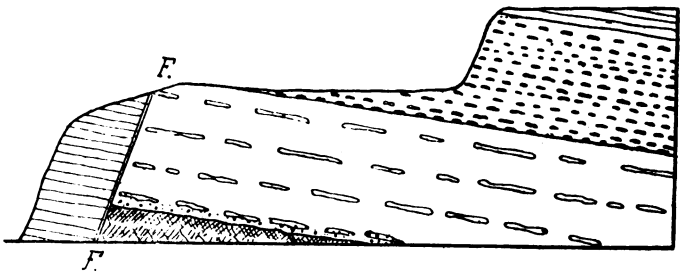
La craie de Ciply et celle de Spiennes ne forment, en réalité, qu'une seule assise qui possède assez de fossiles en propre pour constituer un étage spécial que nous appelerons l'étage *ciplyien*, caractérisé par les fossiles cités plus haut.

La base de la craie de Ciply, passant à la craie de Spiennes, peut encore se voir aujourd'hui dans une tranchée profonde, près de l'ancien bois de Ciply (figure 9). Dans cette même tranchée, la craie de Spiennes est en contact avec une craie blanche, à grain fin, mais durcie comme du marbre, qui est la Craie de Nouvelles. La délimitation est très nette entre ces deux craies, et, au contact de la craie de Nouvelles, celle de Spiennes est remplie de nodules phosphatés roulés.

En ce point, la craie de Spiennes est très réduite en épaisseur, mais on la retrouve mieux caractérisée à Spiennes

même, dans une tranchée du chemin de fer de Mons à Binche. Cette tranchée, voisine du pont sur la Trouille, est continuée par une série de carrières, parallèles à la voie, dans lesquelles on peut observer des superpositions intéressantes. (Figure 10.)

FIGURE 9. — *Coupe prise dans une tranchée à Ciply. — Elle présente de haut en bas, dans la partie droite :*



1° Craie phosphatée de Ciply (zone moyenne).
2° " " " (zone inférieure).
3° Craie de Spiennes.
4° Craie de Nouvelles.

FF. FAILLE. — A gauche de la faille, la craie de Ciply (zone moyenne) arrive jusqu'au niveau de la craie de Nouvelles.

La *Craie de Spiennes*, qui contient à peu près les mêmes fossiles que celle de Ciply, renferme en ce point énormément de silex, en gros noyaux disposés en bancs[1]. Elle repose, par l'intermédiaire d'un lit à nodules phosphatés roulés, sur une craie très fine, d'un blanc éclatant, fortement durcie à son sommet, comme à Ciply. C'est la *Craie de Nouvelles*

[1] Ce sont ces silex qui ont été exploités (à l'aide de puits et galeries), par l'homme de l'âge néolithique (v. page 17). Les ateliers de taille auxquels il est fait allusion plus haut sont situés au-dessus de la coupe de la figure 10.

caractérisée par la présence d'un petit Brachiopode appelé *Magas pumilus*[1]. On y trouve quelques silex noirs.

La craie de Nouvelles passe, vers le bas, à une craie moins fine, avec quelques silex noirs, qui est la *Craie d'Obourg*[2]. Dans la carrière la plus orientale, on voit celle-ci reposer, par l'intermédiaire d'un lit rempli de nodules phosphatés et riche en fossiles, sur la *Craie de Trivières*, grisâtre, sans silex.

Si nous nous transportions plus au sud, à l'entrée du village de Givry, nous verrions dans la carrière d'un four à chaux, le contact de la craie de Trivières sur la *Craie de St-Vaast*. De nouveau, le contact se fait par un banc à nodules phosphatés. La craie de Saint-Vaast est grisâtre, un peu marneuse et renferme des silex bigarrés de noir et de gris, dans lesquels on peut souvent reconnaître des éponges silicifiées[3].

Du côté sud du bassin de la Haine, aucune carrière ne permet de voir à l'air libre les assises sous-jacentes à la craie de Saint-Vaast. Nous devrons, pour continuer la revue de nos assises géologiques, passer de l'autre côté de la vallée.

[1] Cette craie est exploitée, à proximité, pour la fabrication du blanc d'Espagne, etc.

[2] On exploite en ce point la craie d'Obourg pour la fabrication du Ciment Portland artificiel.

[3] Cette craie est exploitée en grand à Saint-Vaast et fournit une chaux excellente.

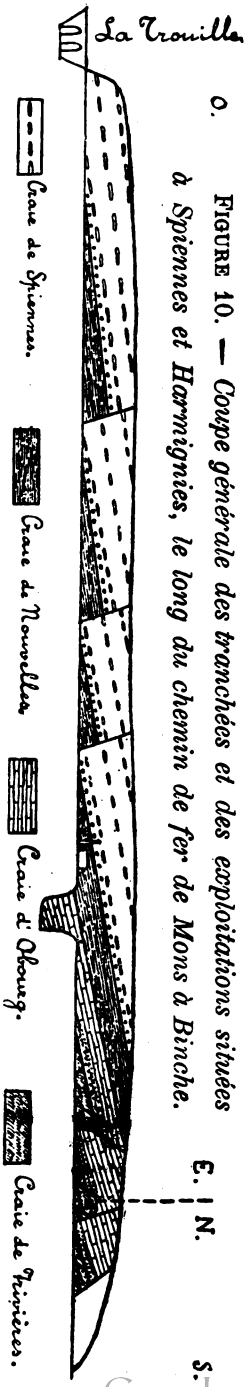


FIGURE 10. — *Coupe générale des tranchées et des exploitations situées à Spiennes et Harmignies, le long du chemin de fer de Mons à Binche.*

Les assises que nous venons d'énumérer, de la craie de Nouvelles à la craie de Saint-Vaast, présentent un ensemble de fossiles communs qui les ont fait réunir dans un étage spécial, celui de la craie blanche ou *Sénonien*[1].

Transportons-nous du côté nord de la vallée de la Haine et sous un méridien un peu plus occidental, à Baudour.

Au sud du village, se trouvent des carrières où l'on voit la craie phosphatée de Ciply recouverte de sables verts landeniens que surmontent des couches sableuses pleistocènes[2].

Au nord des exploitations de Baudour, on constate que la base de la craie phosphatée se relève, ce qui indique une inclinaison des couches vers le sud et, dans une carrière, on la voit reposer sur la craie blanche. Si l'on continue à s'avancer vers le nord, on marche sur une succession d'assises de craie blanche,de la craie de Nouvelles à celle de St-Vaast, et, à la lisière du bois, la base de celle-ci vient affleurer au sol.

Une grande tranchée de chemin de fer traverse le bois de Baudour du sud au nord. A son extrémité sud, près de l'entrée du bois, on voit, dans les talus, une craie, non plus blanche comme les précédentes, mais rendue verte par une forte proportion de grains de *glauconie*. C'est la *Craie de Maisières*. On y trouve en abondance une huître, l'*Ostrea semiplana*. Des puits creusés près du chemin de fer ont montré qu'elle est directement surmontée par la craie de Saint-Vaast.

Suivons vers le nord la tranchée du bois de Baudour, à partir du point où la craie glauconifère de Maisières se montre dans les talus. La tranchée s'encaisse de plus en plus ; bientôt,on voit la base de la craie de Maisières se montrer dans les fossés, puis s'élever graduellement sur les talus, par suite de l'inclinaison générale des couches vers le sud. En même temps, surgissent des silex en noyaux énormes, de forme irré-

[1] La craie blanche atteint une très forte épaisseur en certains points ; le sondage des Wartons, près du faubourg St-Lazare, en a traversé 326 mètres.

[2] Le gîte phosphaté de Baudour sera décrit plus loin.

gulière, affectant parfois la forme de gros tubes (*Cornus*) ; ces silex, de couleur noire ou brun foncé, sont empâtés dans une sorte de craie grossière jaunâtre qui en remplit tous les creux. C'est l'assise des *Rabots* ou des *Cornus*, très pauvre en fossiles.

A hauteur du premier des deux viaducs jetés au-dessus de la tranchée, on voit sous les Rabots, qui se sont élevés sur le talus, une argile très calcareuse, ou *marne*, de teinte gris blanc renfermant une grande quantité de grosses concrétions à surfaces extérieures arrondies, bleu clair dans la cassure. Ces concrétions *(têtes de chat)* ont un aspect crayeux ; cependant, elles sont de nature siliceuse et, vers le haut, elles passent graduellement aux silex des Rabots. Elles caractérisent l'assise dite des *Fortes-Toises* où les fossiles sont plus rares encore que dans les Rabots.

Au nord du viaduc, les couches continuant à se relever lentement, la craie de Maisières et les Rabots affleurent sous le sable pléistocène et se terminent en biseau. En même temps, sous les Fortes-Toises, se fait jour une marne grisâtre, très plastique, sans concrétions siliceuses, dans laquelle on rencontre plusieurs espèces de fossiles, entre autres un petit Brachiopode, *Terebratulina rigida*. Ces marnes sont les *Dièves*. Elles reposent sur une marne très glauconieuse, verte, avec *Ostrea columba*, remplie de cailloux bien roulés d'une roche siliceuse noire, à grain très fin, très compacte et très dure, appelée *phtanite* et que nous trouverons en place dans le terrain houiller. (V. plus loin, § 14.) Ces marnes à *Ostrea columba* constituent le *Tourtia de Mons* ; elles présentent ici, vers le bas, des bancs d'un véritable poudingue, très cohérent et très calcareux.

Sous le Tourtia de Mons qui se relève rapidement, viennent des sables argileux, très glauconifères, remplis de galets, parfois très gros, de phtanite et de grès houiller. Des renseignements acquis en dehors de la tranchée nous permettent

de dire que ces roches représentent, à l'état très altéré, la partie supérieure d'une assise importante du Crétacique appelée communément la *Meule*. A la base, dans les fossés de la voie, on voyait autrefois, sur une longueur de 30 mètres, un grès glauconifère, très calcareux, appartenant à la même assise.

Ici se termine, dans la tranchée du bois de Baudour, la série des formations crétaciques. Le Tourtia et la Meule, se relevant sous un angle de 30°, viennent affleurer, sous un peu de sable pleistocène, au sommet de la tranchée et font place dans le talus à des roches d'une toute autre nature.

Ce sont des masses noires que leur décomposition à l'air montre être formées d'argile, mais qui, à l'état moins altéré, se présentent sous forme de roches assez dures et bien feuilletées en minces lits parallèles. C'est ce qu'on appelle des *schistes*. On y trouve intercalés des bancs d'une sorte de grès argileux de teinte foncée appelé *psammite* et enfin, en un endroit de la tranchée, la coupe d'une mince couche de houille apparaît dans les deux talus. Nous sommes dans le *Terrain houiller*.

En 1899, une série de puits creusés dans le Bois de Baudour, à l'ouest et tout près de la tranchée du chemin de fer, ont fait voir d'une façon très claire la succession des termes que nous venons d'énumérer, depuis la craie de Saint-Vaast jusqu'à la Meule. Les coupes nord-sud construites au moyen des données fournies par ces puits,ont montré à l'évidence que ces assises, reposant sur le terrain houiller, s'inclinent fortement vers le sud.

La Meule, qui apparaît à peine dans la tranchée, a été traversée sur une épaisseur très grande par certains puits ; elle est formée par des sables et des grès glauconifères calcareux et par des calcaires glauconifères, le tout empâtant de nombreux cailloux roulés de phtanite.

La Craie de Maisières, les Rabots, les Fortes-Toises et les Dièves à *Terebratulina rigida* renferment une faune très différente de celle de la craie blanche et qui les a fait ranger dans un étage spécial appelé le *Turonien*[1].

La base des Dièves, caractérisée par une Bélemnite *(Actinocamax plenus)*, le Tourtia, ainsi que la partie supérieure de la Meule *(Meule d'Harchies)*, présentent des fossiles qui les font classer dans le *Cénomanien* et la base de la Meule prend place dans l'*Albien*, l'étage crétacique le plus ancien que nous possédions dans le pays[2]. La partie inférieure de la Meule (dite *Meule de Bracquegnies*) est caractérisée par la *Trigonia Elisae*. Dans la Meule d'Harchies, on trouve comme fossiles caractéristiques *Ammonites rotomagensis*, etc.

Le terrain crétacique des environs de Mons nous a donc présenté, du sommet à la base, la succession des étages *Maestrichtien*, *Ciplyien*, *Sénonien*, *Turonien*, *Cénomanien*, et *Albien*.

Tous ces étages renferment de nombreux fossiles dont nous avons cité, chemin faisant, quelques espèces parmi les plus caractéristiques. A peu d'exceptions près, ces fossiles, parmi lesquels les Mollusques, les Brachiopodes, les Oursins, les Foraminifères sont les mieux représentés, appartiennent à des groupes qui ne vivent que dans l'eau de mer.

Quand on compare des collections de fossiles recueillis dans ces différents terrains et soigneusement classés par étage, on remarque qu'ils ne sont pas les mêmes d'un étage à l'autre ; deux termes superposés peuvent renfermer des fossiles communs ; on voit même certaines espèces traverser une série de plusieurs échelons, mais si l'on compare deux étages éloignés, comme le Maestrichtien et l'Albien, on constate qu'ils ne renferment pour ainsi dire aucune espèce commune.

[1] Le Turonien atteint 167 mètres d'épaisseur à Pommerœul.

[2] A la fosse d'Harchies (Charbonnage de Bernissart), la Meule présente une épaisseur de 174 mètres ; un peu plus au sud, dans un sondage, on en a trouvé 183 mètres.

Les faunes crétaciques, comme les faunes tertiaires, se sont donc modifiées dans le temps. Bornons-nous pour le moment à constater la chose.

Dans certains puits du Bois de Baudour, on trouve, intercalés entre le terrain houiller et la Meule, des argiles noires, grises, rouges ou blanches, des graviers et des sables grossiers remplis de morceaux de bois carbonisé (lignite). Contrairement à ceux de l'argile yprésienne, ces bois ne présentent jamais de trous de tarets.

Un peu plus à l'ouest, dans la vallée du ruisseau de Baudour, ces dépôts affleurent, par suite de l'existence même de la vallée, et les argiles y sont activement exploitées pour la fabrication des produits réfractaires [1]. A Bernissart, on a trouvé dans ces argiles de nombreux *Iguanodons*, des tortues, des crocodiles, des poissons d'eau douce, etc.

A La Louvière, Bracquegnies, Hautrages, ces argiles renferment des cônes de Pins, de Cèdres, du bois de Cycadées, etc. On n'y a jamais découvert de traces d'animaux marins et on n'y trouve pas non plus la *glauconie* qui, comme nous le savons, est spéciale aux dépôts formés dans la mer. Le calcaire qui a, le plus souvent, une origine marine, y fait aussi défaut. Ce sont des *dépôts continentaux*, des *dépôts d'eau douce* dont on fait l'Etage *bernissartien* correspondant au Wealdien de l'Angleterre. Ils reposent directement sur le terrain houiller mais n'existent dans le bassin de la Haine que dans la région septentrionale [2].

Nous résumons en un tableau la succession des assises crétaciques du Hainaut :

[1] D'autres exploitations se trouvent à Villerot et à Hautrages, ainsi qu'à Maisières, Saint-Denis et La Louvière.

[2] Le Bernissartien atteint, sous le village d'Hautrages, une épaisseur de plus de 140 mètres. On en a trouvé 105 mètres à La Louvière.

ÉTAGE MAESTRICHTIEN	Tufeau de St-Symphorien.
ÉTAGE CIPLYIEN	Craie phosphatée de Ciply. » de Spiennes.
ÉTAGE SÉNONIEN [1]	Craie de Nouvelles. » d'Obourg. » de Trivières. » de St-Vaast.
ÉTAGE TURONIEN [2]	Craie de Maisières. Rabots, Cornus. Fortes-Toises. Dièves (*pars*).
ÉTAGE CÉNOMANIEN [3]	Dièves (*pars*). Tourtia de Mons. Meule d'Harchies.
ÉTAGE ALBIEN [4]	Meule de Bracquegnies.
ÉTAGE BERNISSARTIEN	Argiles et sables d'Hautrages et de Bernissart.

§ 8.

En résumé, des observations faites en quelques points des environs de Mons et se complétant les unes les autres, nous ont permis d'établir la série des terrains qui constituent cette partie du Hainaut, depuis le sommet de l'Éocène inférieur (étage panisélien) jusqu'au contact avec le terrain houiller. Nous avons pris nos exemples en des endroits choisis, rendus propices aux observations par l'existence de carrières, de tranchées et qui permettent de voir le sous-sol, généralement caché par les dépôts pleistocènes et modernes.

[1] Du latin *Senones*, habitants du Sénonais (pays de Sens).
Du latin *Turoni*, habitants de la Touraine.
[3] Du latin *Cenomanum*, Le Mans.
[4] Du latin *Alba*, Aube.

La plupart des observations précédentes ont été faites à la surface même du sol ou dans des tranchées et des carrières peu profondes.

L'épaisseur totale et maximale des couches dont nous avons observé la superposition, atteint environ 1.000 mètres[1]. Si ces couches étaient absolument horizontales, la succession n'en aurait pu être établie qu'à l'aide de puits ou de sondages très profonds. Mais, ainsi qu'il a déjà été dit, les couches secondaires et tertiaires, au nord et au sud de la vallée de la Haine, s'inclinent vers le thalweg de la vallée, formant ainsi un synclinal, une gouttière dont les bords sont accessibles aux observations de surface. (V. fig. 3 et 11.)

Ces observations superficielles sont d'ailleurs corroborées par un grand nombre de puits et de sondages qui montrent dans le sens vertical la succession d'assises que l'inclinaison des couches nous a permis d'observer dans le sens horizontal. Nous allons le démontrer en citant deux sondages pratiqués au voisinage du thalweg du synclinal, l'un à Mons, l'autre à Baudour, et se complétant l'un l'autre.

1. *Sondage de la caserne de cavalerie, à Mons* (1848).

Yprésien	Sable	7 m. 35
	Argile	8 m. 30
Landenien		23 m. 46
Montien	Supérieur	20 m. 28
	Inférieur (calcaire de Mons)	33 m. 92
Maestrichtien		48 m. 00

Ciplyien (craie phosphatée de Ciply) traversé sur 3 m. 76.

Le *calcaire de Mons* mentionné dans cette coupe est un calcaire grossier, de teinte claire ; il renferme une faune très

[1] Ces terrains ne se rencontrent jamais en un même endroit avec leur maximum d'épaisseur ; nulle part leur puissance totale n'atteint 500 mètres sur la même verticale.

abondante de mollusques marins, mêlés d'espèces d'eau saumâtre, d'eau douce et même de coquilles terrestres. Il se relie vers le sud au Tufeau de Ciply dont il paraît former la partie supérieure.

Le *Montien supérieur* comprend des calcaires argileux et des marnes, des argiles noires ligniteuses, etc., où l'on ne trouve que des fossiles d'eau douce : Physes, *Pisidium*, graines de Chara, etc. Ce sont des dépôts formés dans un lac à bords marécageux.

2. *Sondage de Bonsecours, pratiqué au sud de Baudour.*

Pleistocène		1 m. 30
Ciplyien	Craie phosphatée de Ciply	6 m. 00
Sénonien	Craie blanche . . .	176 m. 10
Turonien	Craie de Maisières. .	1 m. 60
	Rabots, Fortes-Toises, Dièves	23 m. 50
Cénomanien	Tourtia de Mons . .	1 m. 00
Albien	Meule d'Harchies . . / Meule de Bracquegnies	20 m. 30

Terrain houiller à 229 m. 80.

Ce sondage, complété par celui de Mons, nous donne *en profondeur* la succession des terrains que nous avons énumérés plus haut d'après des observations *de surface*.

On a vu par ce qui précède, et ce fait deviendra encore plus clair par ce qui suit, qu'il n'est pas toujours nécessaire, comme on le croit souvent, quand on veut se rendre compte de la composition profonde du sol d'un pays, d'y pratiquer des trous, des tranchées, des puits et des sondages

profonds. Le géologue se borne à examiner la surface naturelle du sol et à tirer parti des travaux existants. Tout au plus s'aide-t-il parfois de petits sondages de quelques mètres pour se rendre compte de la nature du sous-sol quand il est recouvert par des dépôts pleistocènes ou modernes d'une certaine épaisseur. Quoi qu'il en soit, les données fournies par les sondages, les forages artésiens et les puits sont toujours très précieuses pour la géologie.

Un grand nombre de sondages analogues à celui de Bonsecours ont été pratiqués dans la vallée de la Haine, dans le but de reconnaître l'épaisseur et la nature des formations tertiaires et crétaciques qui recouvrent le terrain houiller. Ils ont démontré que ces formations atteignent leur maximum de puissance sous la plaine d'alluvions de la Haine. Le Tertiaire et le Crétacique sont plissés en deux synclinaux qui ne sont pas toujours superposés, mais qui sont, dans l'ensemble, orientés de l'est à l'ouest, comme la vallée de la Haine elle-même.

Les sondages profonds ont fait voir, en outre, que le synclinal crétacique repose dans une sorte de vallée dirigée de l'est à l'ouest et *creusée* dans le terrain houiller. C'est une *vallée d'érosion* continentale, qui s'est faite avant l'arrivée de la mer crétacique [1].

Ce manteau plus ou moins épais de terrains crétaciques et tertiaires qui recouvre le terrain houiller, forme ce que les mineurs appellent les *morts terrains*. Atteignant leur maximum d'épaisseur le long du thalweg de la vallée d'érosin creusée dans le terrain houiller, ils diminuent rapidement au nord comme au sud, au point de laisser, par places, *affleurer*

[1] A l'époque où se sont formés les dépôts d'eau douce bernissartiens.

le Houiller[1] dans les vallées d'érosion des affluents de la Haine. C'est grâce à ces petites vallées, qui se sont creusées à travers le Tertiaire et le Crétacique jusque dans le Primaire, que l'on peut, aux environs de Mons, étudier à l'air libre le terrain houiller et les terrains plus anciens qui l'environnent (vallée des ruisseaux de Gottignies, Saint-Denis, Casteau, Erbisœul, Baudour, Sirault, Wasmes, Colfontaine, etc. etc.).

§ 9.

Les morts-terrains sont stériles au point de vue houiller, mais ils n'en sont pas moins intéressants pour le mineur qui doit creuser à travers leurs assises les puits de ses exploitations. Ce creusement est parfois très pénible, très long et très dispendieux, non pas à cause de la dureté des roches à traverser, mais plutôt à cause de leur manque de cohérence. C'est un jeu d'enfant que de creuser un puits dans le granite, mais faire ce travail dans des sables est souvent une opération très chanceuse.

Les terrains crétaciques et tertiaires qui recouvrent les richesses houillères du Hainaut comprennent des couches de roches perméables à l'eau (sables, grès poreux de la Meule, craies grossières, tufeaux, etc.) et de roches imperméables (argiles, sables argileux, marnes). (Figure 11.) La craie ordinaire, qui joue un rôle si important dans le recouvrement du terrain houiller, est généralement peu perméable par elle-même, mais, dans ses parties superficielles du moins, elle est le plus souvent entrecoupée de fissures et de fentes dans lesquelles l'eau se déplace très facilement. Les Rabots, qui

[1] Les plus fortes épaisseurs atteintes par les morts-terrains dans la vallée de la Haine sont : 301m (Mons, à la limite d'Obourg), 302m (Hautrages-Canal), 305m (ibidem), 308m (Saint-Ghislain), 317m (Pommerœul), 318m (Boussu-Haine), 320m (Saint-Symphorien), 335m (Pommerœul), 338m (Tertre-Canal), 346m 50 (Mons-Wartons).

limitent vers le bas la formation crayeuse, sont souvent très caverneux et propices à la circulation de l'eau.

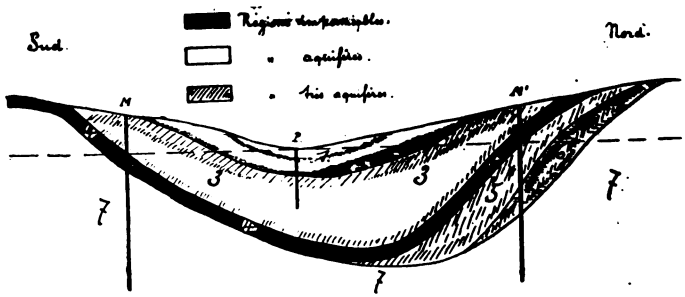


FIGURE 11. — *Schéma des conditions hydrologiques de la vallée de la Haine (coupe théorique nord-sud menée à l'ouest de Mons).*

1. — Terrains tertiaires.
2. — Étage montien supérieur (argiles, marnes, etc.).
3. — Montien inférieur, Maestrichtien, Sénonien, Craie de Maisières et Rabots.
4. — Fortes-toises, Dièves et Tourtia de Mons.
5. — Meule (de Harchies et de Bracquegnies).
6. — Bernissartien (sables et argiles).
7. — Terrain houiller.

M. — Puits de mine situé dans la partie sud du bassin.
M'. — » » » nord »

Par suite de la disposition synclinale des assises crétaciques du bassin de la Haine, les couches affleurent, au nord et au sud du thalweg, sous forme de zones parfois très larges. (Figure 11.) Ces zones d'affleurement, là où elles ne sont recouvertes que par des sables tertiaires ou des couches pleistocènes, constituent des surfaces d'infiltration par où les eaux pluviales pénètrent dans les roches crétaciques perméables ou fissurées. Les eaux infiltrées, arrêtées dans leur des-

cente verticale par les assises imperméables, tendent à couler, selon la pente des couches, vers le thalweg du synclinal crétacique, où elles s'accumulent. Il se forme ainsi des *niveaux aquifères* flanqués, en-dessous et au-dessus, de roches imperméables. Et, par suite précisément de la disposition en synclinal, il existe parfois, dans une même couche aquifère, une forte différence de niveau entre la surface d'affleurement et la partie voisine du thalweg. Il en résulte que, aux environs de l'axe du thalweg, l'eau des niveaux aquifères se trouve sous une pression hydrostatique parfois très forte. Vient-on à l'atteindre par un sondage tubé, elle remonte rapidement, et si le niveau de l'orifice est assez bas, elle vient jaillir à la surface, donnant lieu à un *puits artésien* proprement dit. Dans d'autres cas, sans jaillir par l'orifice du sondage, l'eau remonte cependant assez haut pour être aisément pompée.

Un grand nombre de puits artésiens, jaillissants ou non jaillissants, ont été pratiqués à Mons et dans les environs.

Le principal niveau aquifère du bassin de la Haine est celui de la craie sénonienne à laquelle il faut joindre, au point de vue hydrologique, vers le bas les assises, turoniennes, de la craie de Maisières et des Rabots, et, vers le haut, les couches calcaires, d'âge éocène, du calcaire de Mons et du tufeau de Ciply. Cet ensemble, allant, de haut en bas, du calcaire de Mons aux Rabots, renferme dans ses fissures et ses pores une provision d'eau inépuisable qui est la principale ressource hydrologique de la région. En certains points où la craie est entamée par des vallées d'érosions, les eaux de ce réservoir se déversent sous forme de sources puissantes. Nous citerons comme exemples les sources du Trou de Souris et des Vallières, à Spiennes, dans la vallée de la Trouille, que la ville de Mons a captées.

L'ensemble de roches aquifères que nous venons de définir est admirablement conditionné pour fournir des eaux

artésiennes dans le fond de la vallée. Il repose sur un fond marneux imperméable, constitué par les Fortes-Toises et les Dièves, et il est recouvert par les sables argileux de la base du Landenien ou par les argiles et marnes du Montien supérieur.

Aussi, est-ce à ce réservoir que les puits artésiens de Mons et des environs vont chercher leur eau, à travers les couches tertiaires qui le recouvrent.

Certains puits de mines du Borinage et du Centre ont été creusés à travers cet important niveau aquifère, et, dans les cas où l'on a employé le procédé de creusement dit « à niveau vide », l'épuisement des eaux a atteint des chiffres très élevés. C'est ainsi qu'au puits du Nord du Rieu du Cœur, à Quaregnon, en un endroit où les couches crayeuses aquifères n'ont que 20 mètres d'épaisseur et sont à faible profondeur, on a épuisé, en 1870, jusque 25.000 mètres cubes d'eau par jour. Au charbonnage de Ciply, en 1864, l'épuisement a atteint 30.000 mètres cubes par vingt-quatre heures. Dans certains cas, l'abondance de la venue d'eau a nécessité l'abandon du procédé à niveau vide.

Les assises sableuses des terrains tertiaires et crétaciques renferment également des niveaux aquifères. Ceux des sables yprésiens, landeniens et même pleistocènes, alimentent les *puits ordinaires* et donnent lieu parfois à des *sources* peu abondantes. Dans le nord du pays, ces sables tertiaires, qui deviennent de plus en plus profonds, fournissent des eaux artésiennes.

Certains sables à grain fin (yprésiens, landeniens, etc.) présentent, quand ils sont aquifères, la particularité d'être mouvants ou « boulants », c'est-à-dire qu'ils forment avec l'eau une masse sirupeuse qui coule aisément et comble immédiatement les cavités qu'on y creuse. Ces sables boulants et les argiles molles, fluentes, sont une cause de grandes difficultés dans le creusement des puits, des tunnels, des galeries.

Les marnes qui constituent les assises des Fortes-Toises et

des Dièves, en y ajoutant le Tourtia de Mons, ont en général une forte épaisseur et, vu leur homogénéité, elles constituent un soubassement étanche que ne peuvent traverser les eaux de la Craie et des Rabots. Dans le Borinage proprement dit, au sud du canal de Mons à Condé, cet ensemble marneux repose directement sur le terrain houiller et se comporte vis à vis de lui comme un manteau imperméable qui met les travaux souterrains à l'abri des infiltrations venant du haut.

Dans le nord de la vallée de la Haine, les conditions sont différentes : entre l'ensemble marneux formé par les Fortes-Toises, les Dièves et le Tourtia, et la surface supérieure du terrain houiller, s'intercalent la Meule (Meule de Braquegnies, Meule d'Harchies) et le Bernissartien. Or, ces assises géologiques sont formées en partie de roches perméables, très aquifères en profondeur : sable à gros grain ou « torrent », sables boulants, grès et calcaire poreux, auxquels s'ajoutent parfois des *argiles fluentes*. En d'autres termes, dans cette région, un puits de mine qui aurait traversé à niveau vide le niveau aquifère des craies et des Rabots, puis perforé les marnes qui en forment la base imperméable, rentrerait ensuite dans des assises aquifères qui, vu leur nature et vu la profondeur à laquelle on les atteint, opposeraient un obstacle invincible à la continuation de l'enfoncement (Figure 11, M'). Aussi les puits qui sont établis dans cette région, ont-ils dû être creusés par des procédés différents (Havré, Ghlin, Harchies etc.).

§ 10.

Interrompons un instant nos pérégrinations sur le terrain, pour nous livrer à un travail de cabinet. Examinons en elles-mêmes et comparons les roches que nous avons rencontrées jusqu'ici. Elles sont, au fond, de nature bien peu variée, et nous pouvons aisément les ramener à trois types : le *sable*,

l'*argile* et le *calcaire*. Mais chacun de ces types ne se rencontre que très rarement à l'état de pureté, et c'est la nature des substances qui y sont mêlées, de même que le mode d'agrégation, la grosseur des grains, etc., qui donnent lieu à toutes les variétés de roches qui ont été signalées dans ce qui précède.

Le quartz, avons-nous déjà dit, est le plus répandu des minéraux, et il joue le rôle principal dans la constitution des roches sédimentaires. A l'état de *grains* plus ou moins gros, il constitue le *sable* proprement dit, ou sable quartzeux ; le sable pur est blanc ou du moins de teinte très claire ; tel est le *sable de verrerie*. Comme exemple de sables peu mélangés pris dans les environs de Mons, nous citerons les sables de Bray, de Trahegnies, de Carnières, de la Hamaide (Hautrages) appartenant au Landenien supérieur. Le sable blanc le plus employé du pays vient de Moll, en Campine ; il est pleistocène.

La grosseur du grain varie, dans les sables, depuis celle du gravier jusqu'à la poussière impalpable ; les sables à gros grains conviennent le mieux pour la bâtisse et le pavage ; tels sont les sables bruxelliens exploités, entre autres, à Mont-Saint-Guibert, etc.

Les limons pleistocènes et modernes, malgré leur apparence d'argile, sont, en réalité, formés surtout de sable très finement divisé. La plupart des argiles renferment d'ailleurs une forte proportion de sable sous cet état (argile yprésienne).

Nous savons, par ce qui précède, que les *sables glauconifères* sont très répandus dans les terrains tertiaires et existent même dans le crétacique (Meule). Les *sables ferrugineux* proviennent presque tous de l'altération de sables glauconifères ; ils sont bruns, roux ou jaunes (sables diestiens de Renaix, sables bruxelliens de Braine-le-Comte, etc.)

Certains sables sont *calcareux* et la matière calcaire qui y est mêlée consiste en menus débris de coquilles marines ou en carapaces de très petite taille, ayant appartenu à des Foraminifères.

On commettrait une erreur très grave en considérant les grains de quartz qui constituent les sables comme des *cristaux* ; ces grains peuvent être, en eux-mêmes, hyalins comme le cristal de roche, mais ce sont, en réalité, des morceaux brisés, des fragments. Ils ont parfois, surtout quand ils ne sont pas très volumineux, un aspect extérieur anguleux qui permet, à la loupe ou au microscope, de les reconnaître comme tels ; quand ils sont plus gros, ils sont ordinairement arrondis, usés extérieurement par leur frottement réciproque sous l'action de la vague ou de l'eau courante.

La substance des grains du sable ne s'est pas formée dans les eaux qui les ont déposés et où ils n'ont pu que se morceler, s'user, se pulvériser. Ce sont des éléments *fragmentaires* (ou *clastiques*) arrachés à des roches plus anciennes, charriés par l'eau, parfois par le vent, et accumulés finalement en couches et quelquefois en dunes.

Les sables de nos terrains pleistocènes et ceux des bords de la mer ont été arrachés à nos couches tertiaires, mais les mers tertiaires qui les avaient déposés les tenaient de roches plus anciennes. Les écailles de *mica*,qui parsèment les sables pailletés, sont aussi de nature fragmentaire. Nous apprendrons plus tard à connaître l'origine première du quartz qui forme les sables.

Quand les grains d'un sable sont collés, agglutinés ou cimentés ensemble pour former une masse cohérente, une pierre, ils donnent lieu à la roche appelée *grès*. La matière unissante est plus ou moins abondante, parfois c'est à peine si l'on peut déceler sa présence. C'est de la silice anhydre, de la silice hydratée ou opale (grès de la *Meule* du Hainaut) de l'argile, du calcaire, de l'hydroxyde de fer, etc. On comprend qu'il puisse exister autant de variétés de grès que de sables : *grès glauconifères :* Panisélien, Meule, Grès de Grandglise (Landenien inférieur) ; *grès argileux ; grès calcareux* (Bruxellien : pierre de Gobertange, etc.) ; *grès ferrugineux* (Diestien des collines de Renaix, pierre de Diest, etc.).

Les sables purs donnent des *grès blancs*, tels que ceux qui se rencontrent en gros rognons dans le Landenien supérieur [1].

Les *cailloux*, qui présentent toutes les tailles et dont en plus petits forment le *gravier*, sont formés, comme on peut le supposer a priori, de matériaux très durs, quartz ou roches siliceuses qui s'y rattachent (silex, phtanites, etc.). Selon l'usure qu'ils ont subie, ils sont *roulés* (galets) ou sont restés *anguleux*. Les cailloux sont évidemment des éléments clastiques arrachés à des roches plus anciennes ; nous savons déjà que les cailloux de silex du Pleistocène ou des terrains tertiaires proviennent du Crétacique et que ceux de phtanite ont été empruntés au terrain houiller.

Quand un amas de cailloux, ou cailloutis, tel que ceux que l'on trouve à la base de beaucoup d'étages, est aggloméré en masse cohérente, il s'appelle *conglomérat* ; lorsque les éléments en sont roulés, on a un *poudingue* ; s'ils sont restés anguleux, ils forment une *brèche*. Les conglomérats sont peu répandus dans les terrains tertiaires ; il y en a quelques-uns dans le Crétacique (Meule, etc.).

Après le sable, l'*argile* est la plus répandue des roches sédimentaires, mais très peu de roches appelées argiles sont,

[1] Les grès blancs landeniens supérieurs (renfermant parfois des traces de Palmiers, etc.) ont été autrefois très exploités aux environs de Mons (Obourg, Bray, etc.), et ont servi à la construction de plusieurs anciens monuments de la ville (Hôtel-de-Ville, Eglise Sainte-Waudru, Tour du Château, etc., etc.). Ils sont aujourd'hui presque entièrement épuisés dans le Hainaut, mais ils sont encore exploités à Huppaye (Brabant), dans le Département du Nord, etc. On en a fait, en Belgique et dans le nord de la France, énormément de pavés. Les *grès de Grandglise*, exploités encore aujourd'hui à Grandglise, Stambruges et Blaton, sont les équivalents durcis des sables glauconifères landeniens inférieurs de l'Eribus ; ils sont verts ou bruns, rouges, bigarrés par altération. Ils ont été très employés dans un périmètre de deux ou trois lieues autour des carrières (Eglises de Saint-Ghislain, Hautrages, Harchies, etc., château de Belœil, etc.)

en réalité, formées de silicate hydraté d'alumine à l'état de pureté ; toutes les argiles dont il a été question précédemment sont fortement mélangées de sable très fin, impalpable, qu'il est très difficile d'en séparer. En outre, beaucoup d'argiles renferment du sable proprement dit, grenu, *(argiles sableuses)*.

La couleur des argiles dépend des matières accessoires qui y sont mélangées. Habituellement, les argiles sédimentaires intactes sont teintées en gris bleu plus ou moins foncé par du sulfure de fer finement divisé (argile yprésienne, argile rupélienne de Boom, etc.). D'autres sont verdâtres, par suite de la présence de glauconie (argile asschienne).

Exposées à l'air, les argiles glauconifères, de même que celles que colore le sulfure de fer, deviennent brunes ou jaunes, par formation d'hydroxyde ferrique ou limonite. Toutes les argiles colorées par un composé de fer deviennent rouges par la cuisson (formation d'oxyde ferrique Fe^2O^3) et elles fondent au feu ardent, surtout si elles renferment en même temps un peu de calcaire.

Les variétés très pures, ou du moins privées de fer et de calcaire, sont infusibles ou *réfractaires*. On exploite de telles argiles dans le terrain bernissartien du Hainaut, à Hautrages, Villerot, Baudour, etc., où leur présence, combinée à celle d'une roche houillère dont nous parlerons bientôt, a amené le développement d'une importante industrie de produits réfractaires. Parfois, ces argiles bernissartiennes sont teintées de gris bleu foncé ou même sont colorées en un noir de poix par des substances charbonneuses qui, s'oxydant spontanément à l'air, permettent à ces argiles de prendre une teinte gris clair ou blanchâtre [1].

[1] On exploite aussi des argiles réfractaires dans le Montien supérieur (Leval), le Landenien supérieur (Carnières, etc.), l'Oligocène de la province de Namur (terre d'Andenne), etc.

Les argiles ordinaires, non réfractaires, sont employées à faire des briques, des carreaux, des tuiles, des tuyaux de drainage, des pots pour l'horticulture, des poteries communes, etc. L'argile yprésienne est très exploitée pour ces usages dans l'ouest du Hainaut et le sud des Flandres. L'argile de Boom (Rupélien) a les mêmes emplois [1].

Une argile fortement calcareuse s'appelle une *marne* (Dièves turoniennes). Les *marnes argileuses* renferment 2/3 d'argile.

D'une façon générale, les *calcaires*, c'est-à-dire les roches formées en grande partie de carbonate de chaux, sont moins répandus que les sables et les argiles ; mais, dans le terrain crétacique de nos régions, ils jouent un rôle absolument prépondérant,au point qu'une de ces roches, la craie, a donné son nom au système.

Nous avons à peine besoin de décrire la craie : c'est un calcaire terreux, à grain très fin, pulvérulent, doux au toucher, tâchant les doigts. En l'étudiant au microscope, on constate qu'elle renferme beaucoup de coquilles de Foraminifères, une grande quantité de petits fragments de coquilles très diverses, le tout empâté dans une farine calcaire que l'on peut considérer comme provenant de la pulvérisation de tels fragments. La craie est parfois argileuse et passe à la marne [2].

La craie ordinaire sert à faire de la chaux, du ciment Portland artificiel,du gaz carbonique, à « marner » les terres, etc. Certaines variétés pures et fines, comme la craie de Nouvelles, sont employées à faire du blanc d'Espagne, blanc de Meudon, etc. Enfin, n'oublions pas le plus noble emploi de ces craies fines, celui que l'on en fait dans les écoles.

[1] Un autre usage des argiles yprésiennes, rupéliennes et montiennes, est la fabrication du ciment Portland artificiel.

[2] Dans nos régions, la craie proprement dite porte vulgairement le nom de *marne*. *Marner* les champs, c'est y répandre de la craie.

Certaines craies sont, au contraire, grossières, rèches, rudes, peu tâchantes, poreuses et en général très mélangées d'impuretés ; telles sont la craie glauconifère de Maisières, la craie de Spiennes, la craie phosphatée de Ciply. Elles font la transition à des calcaires plus grenus, qui entrent dans la catégorie des *calcaires grossiers* et dont nous avons trouvé des types dans le tufeau de Ciply, le calcaire de Mons, etc. Ces roches sont également formées par des débris de coquilles qui y sont, en général, plus volumineux et plus reconnaissables que dans la craie.

Le tufeau de Ciply a parfois été employé dans la construction, mais il ne donne qu'une pierre de très mauvaise qualité[1] ; celui de Maestricht, qui est de l'âge du tufeau de Saint-Symphorien, est un peu meilleur.

Les grès calcareux que nous avons cités plus haut, méritent parfois plutôt le nom de *calcaires grèseux* ou *sableux*. Il existe des exemples de ces roches dans la Meule d'Harchies.

On rencontre en quelques points du pays, une roche très particulière, le *tuf calcaire*. Fidèle à notre méthode, nous le ferons connaître par un exemple concret, offert par la tranchée de Villerot, le long du chemin de fer de Saint-Ghislain à Ath. Au point où se fait le dépôt de ce tuf, la tranchée est creusée sur presque toute sa profondeur, dans des schistes houillers noirs. Le schiste est recouvert, sur le flanc oriental de la tranchée, d'un revêtement continu de mousses formant tapis *(Hypnum cuspidatum L.)*. Des fissures de la roche houillère, sortent de faibles suintements, et même quelques petites sources, d'une eau assez calcareuse.

[1] Les vieilles carrières de tufeau ou *pierre blanche* de Ciply, qui ont été décrites plus haut (v. page 56) ont été ouvertes par le Génie hollandais, entre 1815 et 1830 pour la réfection des parements intérieurs des fortifications de Mons.

Du carbonate de chaux se dépose sur la partie inférieure de chaque tige de mousse et l'entoure d'une enveloppe calcaire. Ces végétaux formant un tapis très serré, les tiges contiguës, encroûtées dans leur enveloppe calcaire, se soudent entre elles et forment un feutrage solide qui, à l'état jeune, laisse reconnaître nettement, dans la cassure, la forme des mousses qui lui ont donné naissance. Dans la partie la plus ancienne du tuf, cette structure est souvent masquée par le dépôt consécutif de calcaire dans les intervalles qui séparent les tiges encroûtées.

Le tuf a atteint, en ce moment, une épaisseur de 0 m. 10 à 0 m. 20, et cette épaisseur continue à croître, les mousses ne cessant de pousser au fur et à mesure que s'encroûte leur base.

Ce phénomène s'explique de la façon que voici : le carbonate de chaux est dissous dans l'eau à l'état de bi-carbonate, grâce à un excès d'acide carbonique. Les mousses avides de gaz carbonique, le soutirent à l'eau calcareuse et amènent ainsi la précipitation du carbonate de chaux. Le calcaire des sources peut se déposer spontanément à la surface de n'importe quel végétal et même à la surface des corps solides quelconques, par simple dégagement de l'anhydride carbonique, mais certains végétaux, notamment les mousses et en particulier les *Hypnum* exercent, à cet égard, une véritable action spécifique.

Il existe dans le pays plusieurs autres exemples de ces tufs en voie de formation (à Carnières notamment). On connaît, en outre, des amas importants de ces roches, datant d'époques plus anciennes ; nous citerons ceux de Casteau, ceux de Rouillon et de Marche-les-Dames, sur les bords de la Meuse, et ceux de Barse, dans la vallée du Houyoux.

La formation du tuf est donc un *phénomène chimique* qui se fait surtout grâce à *l'intervention organique*.

Ceci nous amène à parler de certaines productions minérales, d'origine à la fois chimique et organique, qui se rencontrent accessoirement dans les roches crétaciques, tertiaires et même pleistocènes de notre pays. Ce sont le *silex* et les roches voisines, la *glauconie* et la *phosphorite*.

Dans les craies ciplyiennes sénoniennes, dans les tufeaux qui les surmontent et, plus bas, dans l'assise des Rabots, nous avons rencontré des silex *en place*, c'est-à-dire aux lieux mêmes où ils ont pris naissance. Ils s'y présentent en rognons de formes plus ou moins tourmentées, mais à surfaces extérieures généralement arrondies, ou bien en bancs lenticulaires [1]. On en trouve parfois qui remplissent les fissures de la craie, ce qui prouve très clairement qu'ils se sont formés assez longtemps après le dépôt de cette roche.

Le silex résulte de la concentration moléculaire du *concrètionnement*, autour de certains centres, de la silice répandue dans la roche crayeuse et fournie par des organismes (Éponges, Radiolaires, etc.) Très souvent, le concrètionnement s'est fait autour de débris fossiles, particulièrement d'Éponges ; ces éponges encroûtées de silex sont très reconnaissables dans la craie de Saint-Vaast, à la partie inférieure de la Craie de Ciply, etc. Dans l'assise des Rabots, on trouve très fréquemment de grands cylindres creux en silex, atteignant un mètre de long *(cornus)*, qui ne sont que des éponges encroûtées. Les silex empâtent habituellement une grande

[1] Minéralogiquement, le Silex est une association intime d'une variété de silice anhydre appelée *Quartzine* et de silice hydratée ou Opale. Au microscope, il se résout en fibrilles extrêmement fines à deux axes optiques. La croûte blanche *(patine)*, dont s'entourent les silex longtemps exposés à l'air, est due à la disparition de l'Opale; l'action du feu produit le même effet en amenant le départ de l'eau.

quantité de très fines aiguilles siliceuses (spicules) provenant du squelette d'éponges, des Radiolaires, des Diatomées, etc.[1].

Il existe, dans la Meule du Hainaut, des sortes de silex formés presque entièrement de spicules d'éponges.

La pierre siliceuse que l'on exploite à Maisières et à Saint-Denis dans l'assise des Rabots est, plutôt qu'un silex, une *meulière*. Ses usages industriels sont, d'ailleurs, en accord avec cette désignation [2].

Enfin, dans l'assise des Fortes-Toises, sous les Rabots, on trouve, empâtés dans la marne, des concrétions de forme tourmentée, bleuâtres ou verdâtres à l'intérieur, d'aspect crayeux dans la cassure, mais cependant de nature siliceuse, *(têtes de chats)*; elles ont aussi une origine organique. Vers le haut de l'assise, on les voit passer graduellement au silex des Rabots.

La *glauconie* est un minerai de composition complexe et variable. Un échantillon des sables diestiens d'Anvers a donné à M. F. Dewalque :

Silice.	50.42
Oxyde ferrique.	19.90
Alumine	4.79
Oxyde ferreux	5.96
» de Calcium.	3.21
» » Magnesium	2.28
» » Potassium	7.87
» » Sodium	0.21
Eau	5.28
Traces de Manganèse.	
» d'acide phosphorique.	
	99.92

[1] Les Radiolaires sont des animaux, les Diatomées des végétaux microscopiques, pourvus d'un squelette siliceux.

[2] La Meulière de Maisières est activement exploitée pour la fabrication de broyeurs et la confection du macadam de routes. Elle a fourni autrefois, à Maisières, St-Denis, Ghlin, St-Vaast, etc., une grande quantité de pavés détestables que l'on retrouve encore sur les chemins des environs de Mons.

La glauconie se rencontre de nos jours, sur le fond des mers, dans les vases et les sables verts compris entre les profondeurs de 200 et 1800 mètres. On constate, dans l'étude de ces sédiments en voie de dépôt, que beaucoup de grains de glauconie remplissent des coquilles de Foraminifères, des spicules d'éponges, etc. Cependant, elle n'est pas *nécessairement* d'origine organique, car beaucoup de grains sont indépendants de tous débris d'origine animale.

Nous avons, au cours des paragraphes précédents, rencontré ce minéral dans une série de sables tertiaires, dans certaines argiles, dans la craie de Maisières, les Dièves, le Tourtia de Mons et la Meule ; quand elle est abondante, elle colore ces roches en vert[1].

A Lonzée, près de Gembloux, des amas de glauconie d'origine crétacique sont exploités comme couleur verte.

La glauconie a longtemps été confondue avec la *chlorite*, minéral pailleté vert, que l'on ne trouve que dans les terrains très anciens. De là les noms de sables chlorités, craie chloritée, etc., employés encore parfois pour désigner les roches glauconifères.

Jusque vers 1872, on considérait les grains bruns de la craie de Ciply comme étant de la glauconie altérée. F.-L. Cornet et A. Briart reconnurent qu'ils consistaient, en réalité, en *phosphorite*[2] et cette découverte fut l'origine de l'industrie

[1] Il est intéressant de faire remarquer que la plupart des substances qui donnent aux roches leurs teintes caractéristiques, sont des composés de fer. La Limonite la colore en brun ou en jaune, l'Hématite (Fe_2O_3) en rouge, la Magnétite (Fe_3O_4) et le Fer titané [$(Fe\ Ti)_2O_3$)] en noir, le sulfure de fer ($Fe\ S_2$) en gris foncé, la Glauconie et une série d'autres silicates, en vert. On peut ajouter que la matière colorante du sang (hémoglobine) et celle des feuilles (chlorophylle) renferme aussi du fer.

[2] Le nom de *Phosphorite* s'applique aux variétés non cristallines du phosphate de chaux naturel : $(F\ Cl)\ Ca^5\ (P\ O^4)^3$, lequel, à l'état cristallin, s'appelle *Apatite*.

des phosphates aux environs de Mons. Le premier à la mettre à profit fut M. Emile Rolland.

Les grains phosphatés bruns[1] à peine visibles à l'œil nu, qui donnent à la craie de Ciply sa couleur caractéristique, consistent en menues esquilles d'os, de dents et d'écailles de reptiles et de poissons, en écailles et en dents microscopiques de poissons, en excréments pulvérisés, en coquilles de foraminifères encroûtées de phosphorite, etc. Comme on le voit, ce phosphate de chaux est indubitablement d'origine organique.

Nous avons aussi mentionné plus haut, à plusieurs reprises, des *nodules phosphatés*. Les uns sont de vrais *concrétions* de phosphorite formées sur le fond de la mer crétacique[2] ; d'autres, comme ceux qui constituent les poudingues de la base des tufeaux, sont de véritables cailloux roulés ; d'autres enfin sont des *moulages* de fossiles. On trouve parfois, surtout dans les Dièves turoniennes, des *coprolithes*, c'est-à-dire des excréments de poissons ou de reptiles carnassiers, riches en phosphate de chaux[3].

La craie de Ciply renferme, dans ses parties les plus riches, environ 30 ou 35 °/₀ de phosphate de chaux, le reste

[1] La teinte primitive de ces grains et de la craie phosphatée qu'ils colorent est, en réalité, le gris verdâtre ou bleuâtre ; elle est due à une petite proportion d'un composé de fer. C'est la teinte que l'on observe à Saint-Symphorien (carrière Hardenpont) où la craie phosphatée est dans la nappe aquifère et y a toujours été.

Dans la région de Cuesmes, Ciply, Spiennes, où la craie phosphatée est ou s'est trouvée autrefois (à l'époque où, la Haine coulant au niveau des graviers pleistocènes, la nappe aquifère était moins élevée) en dehors de la nappe aquifère, l'action oxydante des eaux d'infiltration a fait passer la matière colorante ferrifère à l'état d'hydroxyde, et la roche est brune.

[2] Analogues à celles que l'on a draguées sur le fond de la mer au large du Cap de Bonne-Espérance.

[3] On a essayé, vers 1870, d'exploiter les nodules phosphatés de la base des tufeaux, à Ciply. Plus récemment, on a exploité ceux qui constituent le *Poudingue de Cuesmes* (v. plus loin).

de la roche consistant presque exclusivement en calcaire. Cette composition ne permet pas de l'utiliser directement comme engrais ni de la transformer, telle quelle, en superphosphate. On est forcé de l'*enrichir*, c'est-à-dire d'en expulser le plus de matière crayeuse qu'il est possible.

Un procédé d'enrichissement qui serait très simple, mais très peu économique, serait de traiter la craie phosphatée par un acide dilué qui enlèverait le calcaire en laissant le phosphate, beaucoup moins soluble, comme résidu.

Or, il se fait que la nature, qui a pour elle un facteur qui coûte très cher aux industriels, le temps, a parfois employé ce procédé, là où les circonstances l'ont permis. Elle a utilisé, comme agent décalcarisant, l'eau météorique chargée d'acide carbonique. Cette eau, arrivant sur du calcaire phosphaté, opère l'opération inverse de celle que nous venons de décrire à propos du tuf de la tranchée de Villerot : elle enlève du carbonate de chaux à l'état de bi-carbonate et, tant qu'il y a du calcaire en présence, elle ne dissout guère de phosphate.

Le phosphate reste sous forme d'une sorte de sable brun ou gris qui est le *phosphate riche* des industriels.

C'est ce qui s'est passé, par exemple, à Baudour.

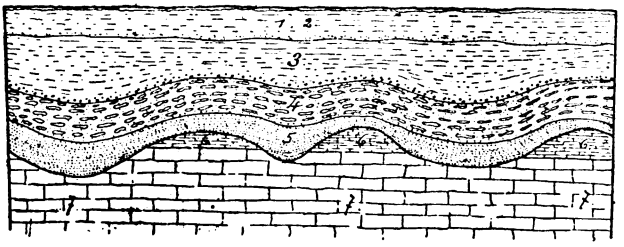


FIGURE 12. — *Coupe prise aux phosphatières de Baudour.*

1, 2. — Moderne et Pleistocène.
3. — Landenien.
4. — Phosphate gris.
5. — Phosphate brun.
6. — Craie phosphatée brune.
7. — Craie phosphatée grise.

En cet endroit, la craie phosphatée, qui n'était recouverte que par des sables landeniens très perméables (3, fig. 12), a subi, avant le dépôt des sables pleistocènes (1 et 2), une décalcification intense [1] qui a laissé comme résidu les deux couches de *phosphate riche* 4 et 5. La couche de phosphate *brun* (par suite de sa richesse en limonite), désignée par 5, est le résidu de la décalcification de la couche de craie phosphatée 6 et, un peu aussi, de celle de la couche 7. Le phosphate riche gris (4) dérive d'une assise de craie phosphatée qui est totalement décalcifiée à l'endroit où est prise la coupe, mais que l'on trouve en place plus au sud. Cette couche renfermait des bancs de silex qui ont également résisté à la dissolution mais qui se sont affaissés, tassés, par suite de la perte de volume due au départ du calcaire.

Le *phosphate riche* de Baudour atteint une teneur de 68 %, alors que la craie phosphatée dont il dérive ne dépasse pas 35 %. L'épaisseur totale des deux couches de phosphate riche arrive à 7 mètres.

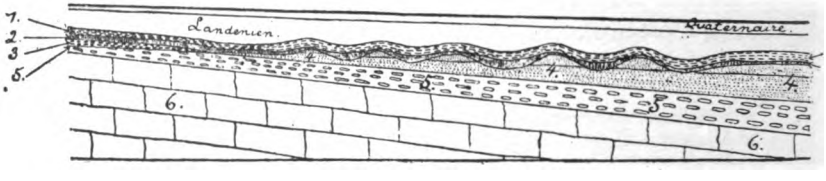


FIGURE 13. — *La coupe représente l'ensemble du gisement phosphaté de Baudour.*

Moderne et Pleistocène.
Landenien.
1. — Phosphate gris, à silex.
2. — Phosphate brun, sans silex.
3. — Phosphate inférieur, à silex.
} Phosphate riche.
Zone supérieure, à silex (non visible).
4. — Zone moyenne, sans silex.
5. — Zone inférieure, à silex.
} Craie phosphatée.
6. — Craie blanche.

[1] La plus grande partie de la décalcification s'est faite avant le dépôt des sables pleistocènes. Cela n'empêche pas qu'elle ait pu continuer après ce dépôt ni même se poursuivre encore aujourd'hui.

On y voit que la base du phosphate riche, c'est-à-dire la surface d'attaque de la craie, est assez fortement ondulée. On comprendrait plus difficilement que l'attaque se fit suivant un plan régulier.

Aux environs immédiats de Mons, il existe aussi un important gisement de phosphate riche formé aux dépens de la Craie de Ciply. Il serait plus exact de dire qu'il *existait*, car il est aujourd'hui presque totalement épuisé.

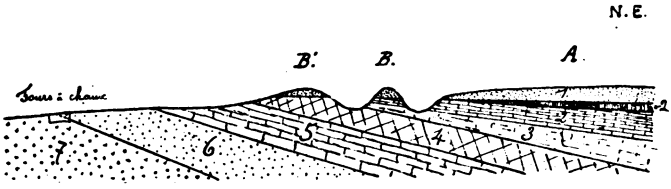


FIGURE 14. — *Coupe passant par Ciply et les fours à chaux de Frameries.*

1. — Tufeau de Ciply.
2. — » de Saint-Symphorien.
2'. — Craie phosphatée de Ciply.
3. — » de Spiennes.
4. — » de Nouvelles.
5. — » d'Obourg.
6. — » de Trivières.
7. — » de Saint-Vaast.

La Craie de Ciply est, comme nous le savons, normalement recouverte par les tufeaux (figure 7). Il existe des endroits, comme nous le verrons bientôt, où les tufeaux s'étendent sur toute la craie phosphatée et en dépassent même les limites, pour aller recouvrir directement la Craie blanche qui est en-dessous (fig. 14 et 15). En d'autres points, c'est l'inverse qui se passe ; les tufeaux n'arrivent pas à recouvrir entièrement la craie phosphatée et il existe une surface où celle-ci n'est surmontée que par les sables landeniens et le

pleistocène (le Landenien lui-même fait parfois défaut). C'est ce que représente la coupe de la figure 17. Le croquis, figure 18, montre la région où la Craie phosphatée de Ciply n'est pas recouverte de tufeaux, c'est-à-dire où elle affleure sous le Landenien ou le Pleistocène.

Cette surface forme une zone, interrompue plusieurs fois vers l'ouest, qui entoure la région du Sud de Mons, en passant par Cuesmes, Ciply, Mesvin, Spiennes, Saint-Symphorien et finissant au Bois d'Havré.

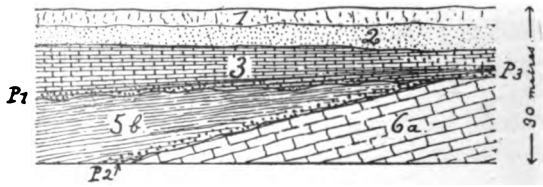


FIGURE 15. — *Coupe prise à Cuesmes.*

1. — Pleistocène.
2. — Landenien.
3. — Tufeau de Ciply.
P_1. — Poudingue de la Malogne.
5*b*. — Craie phosphatée de Ciply.
P_2. — Poudingue de Cuesmes.
P_3. — Poudingues P_1 et P_2 confondus.
6*a*. — Craie de Nouvelles.

Or, il se fait que ce n'est que dans cette zone que se trouvaient les gisements de phosphate riche. La chose se comprend aisément ; il n'a pu s'en former là où la craie phosphatée était recouverte de tufeaux, roche calcaire, parce que les eaux chargées d'acide carbonique, en traversant ce tufeau, épuisaient leur action dissolvante. Mais, en certains points, il est arrivé, vers la terminaison du tufeau,

que cette roche a été entièrement dissoute, en laissant ses silex comme résidu, puis que l'attaque de la craie phosphatée a commencé.

Par suite de circonstances locales quelconques, la surface d'attaque de la craie phosphatée a été beaucoup plus irrégulière autour de Mons qu'à Baudour. Le phosphate riche s'y rencontrait sous forme de *poches* dont la figure 16 donne un exemple.

Certaines de ces poches, qui ont fourni jusque 2.000 tonnes ou 200 wagons de phosphate riche, atteignent une teneur de 70 %. Mais ce riche gisement, découvert en 1879, a été épuisé en quelques années ; il n'en reste plus que des vestiges.

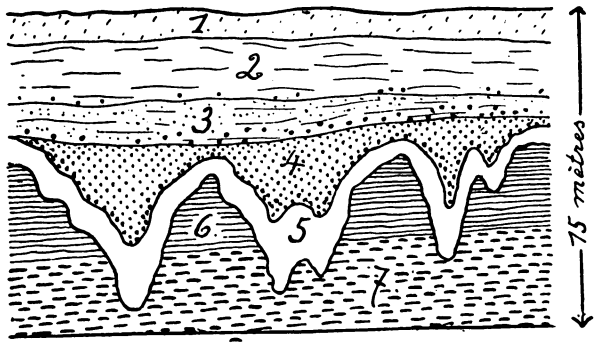


FIGURE 16. — « *Poches* » *de* « *phosphate riche* » *à Mesvin (1880).*

1. — Terre à briques.
2. — Ergeron.
3. — Sables et cailloux pleistocènes.
4. — Landenien.
5. — « Phosphate riche ».
6. — Craie phosphatée (zone supérieure).
7. — » » (zone moyenne).

En résumé, dans la rapide revue que nous venons de faire, nous avons rencontré trois types fondamentaux de roches sédimentaires, constituées respectivement par du *sable*, de l'*argile* et du *calcaire*.

A ces trois types, se rattachent une série de *variétés* dues au mélange de ces éléments entre eux ou à l'intervention d'éléments accessoires (glauconie, silex, phosphorite, etc.).

Au point de vue de leur mode de formation, de leur origine, indiquée par leur texture intime, ces roches sédimentaires se rangent en trois catégories :

1° Celles qui sont formées de fragments, de débris arrachés à des roches plus anciennes. Ce sont les *cailloux* et les *sables*. Ces roches sont donc formées par voie *mécanique*. On peut y joindre les argiles, bien que le silicate d'alumine hydraté se relie, à certains égards, à la catégorie suivante.

2° Les roches qui sont dues à des phénomènes d'ordre chimique : les *calcaires concrétionnés* déposés par des sources *(tufs)*, les *silex*, etc., et les *phosphorites* (dont la matière première est fournie par des êtres vivants), la *glauconie*, qui a aussi quelques rapports avec la matière organique. Nous pourrions y ajouter une foule de productions accessoires, par exemple, les concrétions calcaires de forme bizarres *(poupées)* que l'on trouve fréquemment dans l'ergeron et dans les Dièves turoniennes ; les boules de *marcasite*[1] (souvent tranformées sur place en limonite) que l'on rencontre en abondance dans certaines assises de craie, dans les Dièves, parfois dans les argiles ; les groupes de cristaux de *pyrite*, si fréquents dans les argiles bernissartiennes, et enfin, la *limonite* qui se forme par altération aux dépens de la glauconie, du sulfure de fer, etc. Enfin :

3° Les roches qui sont dues à l'accumulation de coquilles ou de débris de coquilles d'animaux. La plupart des *calcaires* (craies, tufeaux, etc.) rentrent dans cette catégorie. On doit y faire rentrer à certains égards, les *silex*, les grains de

[1] La *marcasite* est une pyrite de la formule $Fe\,S_2$; elle ne diffère de la *pyrite* proprement dite que par son mode de cristallisation et ses propriétés physiques.

phosphorite des craies phosphatées, les grains de *glauconie*, etc.

D'autres roches d'origine organique ont une origine végétale. Les unes résultent de la transformation de la substance même des végétaux : ce sont les *tourbes* des terrains pleistocènes et modernes, les bois fossiles carbonisés ou *lignites* de l'argile yprésienne et, surtout, des argiles bernissartiennes. Dans la formation d'autres roches, la vie végétale n'intervient qu'indirectement : tels sont les *tufs calcareux*, dont nous avons indiqué plus haut les relations avec les mousses.

§ 11.

Après cette longue digression dans le domaine de l'étude des roches, au cours de laquelle nous nous sommes borné à coordonner des observations faites sur le terrain, revenons au terrain lui-même et examinons quels sont les *rapports d'ensemble* que présentent entre eux les étages que nous avons appris à connaître.

Les dépôts modernes occupent le fond des vallées, la région basse de la plaine maritime et les flancs des terrains à pente prononcée.

Le Pleistocène règne comme un manteau, plus ou moins discontinu, à la surface des formations de tout âge et s'étend depuis les plateaux les plus élevés jusqu'au-dessous des dépôts modernes des vallées.

Les études précédentes nous ont montré, aux environs de Mons, une série d'étages géologiques d'âge tertiaire, secondaire et primaire ; nous avons observé leurs contacts successifs les uns sur les autres et, d'après le principe de superposition, nous devons conclure que leur ancienneté croît du Panisélien au terrain houiller.

Nous pouvons maintenant nous demander si le dépôt de tous ces étages, depuis le terrain houiller jusqu'au Panisélien

a été continu, s'il s'est fait par une sédimentation ininterrompue sur le fond d'un bassin aqueux d'étendue constante, si les nombreuses assises que nous avons passées en revue se sont successivement empilées les unes sur les autres, couche par couche, et d'une façon parallèle, *concordante*.

Nous savons déjà que nulle part dans le pays, la série des étages tertiaires n'est complète, qu'on observe de fréquentes *lacunes*. Nous avons vu, par exemple, au mont de l'Hotond (p. 46) le Pliocène diestien reposer sur l'Eocène supérieur, sans interposition du Miocène et de l'Oligocène ; nous savons que dans les Flandres, le Bruxellien fait défaut, tandis qu'à l'ouest de la Senne, le Panisélien n'existe pas ; enfin, nous avons dit que les couches marines pliocènes les plus récentes du pays sont confinées dans la région du nord de la Belgique.

Tout cela prouve que les limites des mers qui ont baigné nos régions à l'époque tertiaire se sont souvent modifiées, que certaines parties du pays étaient exondées, tandis que d'autres étaient occupées par la mer. Cela peut indiquer, en outre, que pendant que la sédimentation marine se poursuivait d'un côté, de l'autre le sol était en proie à l'érosion et que des assises que la mer y avait précédemment déposées en étaient balayées et fournissaient, par leurs débris sableux et argileux, les éléments des strates en voie de formation, puis que la mer revenant sur ces régions dénudées, y déposait des couches sur les assises plus anciennes qui avaient subsisté.

Ajoutons que l'intercalation, dans une longue série d'assises marines, de dépôts incontestablement d'eau douce (Bernissartien, Montien supérieur, Landenien supérieur) suffirait à elle seule à donner la preuve des variations subies par les côtes maritimes.

Aux environs de Mons, le Panisélien repose normalement sur l'étage immédiatement plus ancien, l'Yprésien. L'Yprésien, presque partout, repose, de même, sur le Landenien. Cependant, à deux pas de la ville (fig. 3, à droite), au village

de Casteau[1] et plus au nord, nous voyons l'argile yprésienne former la base de la série tertiaire, au contact avec le terrain houiller, montrant ainsi l'existence en cet endroit, d'une énorme *lacune stratigraphique*. Nous remarquons, en outre, qu'à Casteau, l'Yprésien en couches à peu près *horizontales*, repose sur des strates fortement *redressés* de terrain houiller ; il y a là ce qu'on appelle une *discordance de stratification*. (V. aussi fig. 19.)

Nous pouvons, dès maintenant, généraliser et dire qu'en principe, un manque de couches, une lacune en un point donné, est toujours accompagnée d'une discordance ou que, inversement, une discordance indique une lacune. Et, en fait, il suffit de jeter les yeux sur la partie centrale de la figure 3 pour se rendre compte de l'existence d'une lacune à Casteau.

Nous n'examinerons pas ici la question de savoir si le terrain crétacique, qui atteint 350 mètres de puissance à quelques kilomètres plus au sud, a autrefois recouvert le terrain houiller à Casteau, mais nous pouvons admettre que les sables landeniens glauconifères y ont existé. Ils en ont été balayés par l'érosion pendant une période où le pays était exondé, et cette période correspond au *Landenien supérieur* ; puis la mer est revenue dans le pays et a déposé à Casteau l'argile yprésienne directement sur le terrain houiller, tandis qu'ailleurs cette argile s'est déposée sur le Landenien.

Aux vieilles carrières de Ciply (figure 3, B), nous avons vu le Landenien reposer sur le tufeau de Ciply, d'âge montien, et qui, quoique très différent par la nature de la roche, appartient comme lui à la série tertiaire. (V. p. 28.) Mais nous avons cité plus haut (p. 70) la coupe d'un puits artésien foré à Mons et qui nous a montré, entre le Landenien et le Montien à fossiles marins (calcaire de Mons), la présence de marnes, calcaires lacustres, etc., avec fossiles d'eau douce,

[1] Aux briqueteries situées près de la borne 47 de la route de Bruxelles à Mons.

dont on fait le *Montien supérieur*. Cela prouve, incontestablement, qu'après le dépôt du tufeau de Ciply et du calcaire de Mons, la mer s'est retirée du pays[1], que des lacs s'y sont établis et que ce n'est qu'après un laps de temps,qui a pu être extrêmement long,que la mer est revenue et a déposé les sables landeniens sur le tufeau des carrières de Ciply[2].

Il n'y a donc pas eu sédimentation marine continue du Montien marin au Landenien ; entre les deux étages, s'intercalent des dépôts continentaux.

Revenons encore à la figure 3 : Elle montre, au voisinage de Mons, le Landenien reposant directement sur le Montien qui est, dans l'ensemble, l'étage immédiatement plus ancien. Mais, au nord de la Ville, nous voyons (en rétablissant les parties pointillées, enlevées par la dénudation) le Landenien recouvrir successivement toutes les assises crétaciques. La figure 19 le montre recouvrant une série d'étages crétaciques différents, puis s'étendant sur le terrain houiller et même sur les terrains plus anciens. Les deux figures donnent, par là, de nouveaux exemples de stratification discordante.

La figure 3 montre, enfin, que le synclinal tertiaire repose sur un synclinal crétacique (dont le thalweg est placé un peu plus au nord) et que le Landenien déborde du synclinal tertiaire pour recouvrir, en discordance, les *tranches* des assises du synclinal crétacique et des terrains primaires.

Nous venons d'écrire le mot *tranche* et en effet, au nord et sud du thalweg, les couches du synclinal crétacique, en y comprenant le Montien, sont comme tranchées, coupées par une surface sur laquelle vient reposer le Landenien.

Les couches tertiaires d'une part, les couches montiennes

[1] La présence dans le calcaire de Mons de coquilles d'estuaires, de coquilles d'eau douce et même d'espèces terrestres, indique déjà, d'ailleurs, le voisinage immédiat de la terre ferme.

[2] Dans l'est du bassin de la Haine, les couches montiennes d'eau douce (argiles de Trahegnies) reposent directement sur le Crétacique.

et crétaciques d'autre part, ne forment donc pas deux ensembles parallèles concordants. Il y a évidemment eu, avant le dépôt du Landenien, des mouvements du sol qui ont incurvé en synclinal les assises montiennes et crétaciques, de même que les couches tertiaires ont été plissées, beaucoup plus tard, postérieurement au dépôt du Panisélien.

Si, sur la figure 3, nous prolongions dans l'espace, en pointillé, les assises crétaciques et montiennes, comme nous l'avons fait pour le Landenien et l'Yprésien, nous verrions que ces assises ont dû s'étendre autrefois beaucoup plus loin vers le nord et vers le sud. Comme elles sont maintenant arrasées selon une surface sur laquelle repose le Landenien, il faut en conclure qu'elles ont été l'objet d'une importante dénudation.

Ainsi donc, avant le dépôt du Landenien, les assises montiennes et crétaciques ont été plissées, puis dénudées ; et comme, sous le Landenien, nous trouvons, en certains points des dépôts continentaux (Montien supérieur), il est raisonnable d'admettre qu'après le dépôt du Montien marin, des mouvements du sol se sont produits qui ont déformé l'ensemble des couches montiennes et crétaciques, exondé le pays et amené l'établissement d'un régime continental pendant lequel le Crétacique et le Montien ont subi une dénudation considérable. C'est pendant cette période que se sont formés les dépôts lacustres du Montien supérieur reposant sur le Montien marin, comme à Mons, ou sur des terrains plus anciens, comme à Trahegnies. Cette période continentale a duré jusqu'à l'envahissement du pays par la mer landenienne.

Le Montien marin repose sur le Crétacique supérieur. En certains points, comme à la carrière des Gaillies, à Ciply (fig. 7), on peut le voir superposé à la plus récente des assises crétaciques, le Tufeau de Saint-Symphorien (Maestrichtien),

et, en ce point, il semble y avoir concordance parfaite, parallélisme, entre les deux tufeaux. Mais des assises superposées qui paraissent parallèles, quand on ne les considère que sur la petite distance que comporte la paroi d'une carrière, se montrent souvent en discordance angulaire manifeste quand on les envisage sur une certaine longueur.

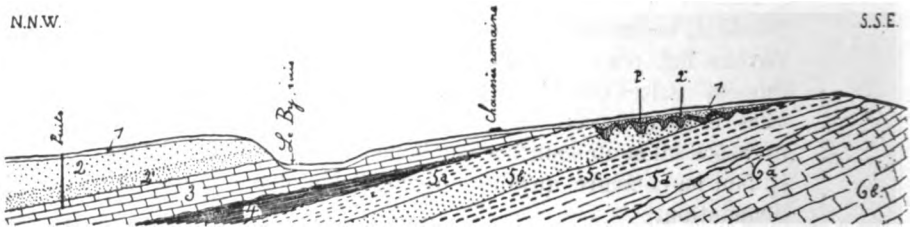


FIGURE 17. — *Coupe prise à Ciply, parallèlement à la route de Maubeuge.*

1. — Pleistocène.
2 et 2'. — Landenien.
3. — Tufeau de Ciply.
4. — Tufeau de Saint-Symphorien.
5*a*. — Craie phosphatée de Ciply (zone supérieure, à silex).
5*b*. — » » ». (zone moyenne, sans silex).
5*c*. — » » » (zone inférieure, à silex).
5*d*. — Craie de Spiennes.
6*a*. — Craie de Nouvelles.
6*b*. — Craie d'Obourg.

Examinons, en effet, la figure 17. Dans la partie gauche, nous voyons le tufeau de Ciply (3) reposer normalement sur le tufeau de Saint-Symphorien (4) mais, en marchant vers la droite, nous constatons que le tufeau de Saint-Symphorien se termine en biseau et que le tufeau de Ciply dépasse, *transgresse* la limite du tufeau maestrichtien et vient reposer directement sur la craie phosphatée (5), en *stratification transgressive*.

La figure 14 nous apprend plus encore : elle nous montre que la *transgression* du tufeau montien, au sud de Ciply, se fait successivement sur le tufeau maestrichtien, la Craie phosphatée et la Craie de Nouvelles. Rien ne prouve, d'ailleurs, qu'avant les dénudations antérieures au Landenien, le tufeau de Ciply ne s'étendait pas, beaucoup plus au sud encore, jusqu'à la Craie de Saint-Vaast et même au-delà. La chose est même très probable.

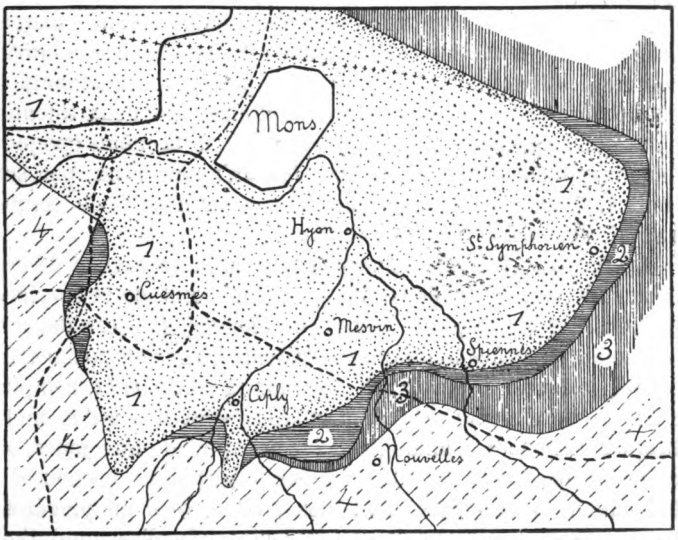


FIGURE 18. — *Croquis du bassin phosphaté de Mons, représentant les assises qui affleurent sous le Landenien ou le Pleistocène.*

1. — Tufeaux.
2. — Craie phosphatée de Ciply.
3. — Craie de Spiennes.
4. — Craie de Nouvelles, etc,

Ces choses peuvent s'expliquer de deux façons. On pourrait dire que le tufeau maestrichtien s'est, comme son extension actuelle semble l'indiquer, déposé dans un bassin très restreint, puis, qu'à un moment donné, la mer a envahi les régions voisines de la côte et qu'à partir de ce moment, a cessé le dépôt du tufeau de Saint-Symphorien et commencé celui du tufeau de Ciply.

Mais cette interprétation est anti-naturelle. Nous savons (p. 58) que les deux tufeaux renferment des faunes très différentes ; qu'avec le tufeau de Saint-Symphorien disparaissent une série de fossiles essentiellement crétaciques, comme les Belemnitelles, pour faire place, brusquement, à de nombreuses espèces de type tertiaire. Les deux tufeaux n'ont donc pas pu se déposer, à peu près à la même époque, dans une même mer qui n'aurait fait qu'avancer un peu ses limites. Il a dû s'écouler un énorme intervalle de temps entre la formation des deux tufeaux.

Examinons, du reste, d'un peu plus près, le contact de ces deux tufeaux. Nous constatons, en un point de la carrière des Gaillies (fig. 7), que le tufeau inférieur (3″) est durci à son sommet, grâce à un ciment calcaire, en une roche très dure, perforée de trous et de canaux contournés remplis d'une sorte d'argile brune. Les trous sont dus à des mollusques lithodomes analogues à ceux qui, de nos jours, se creusent des loges dans les pierres des plages rocheuses ; les canaux contournés sont l'œuvre de vers de plages et l'argile brunâtre qui les remplit provient de l'accumulation de leurs excréments. Tout cela indique un *rivage* ; le tufeau de Saint-Symphorien, après son dépôt, a, à l'endroit où nous sommes, subi une émersion relative qui en a fait le sol d'une plage, soumis au balancement de la marée. Ce qui corrobore cette hypothèse, c'est que le tufeau de Ciply (3) présente à sa base, au contact avec le tufeau inférieur, un poudingue de cailloux roulés (3'). Ces cailloux n'ont pu se déposer que près d'un rivage, car on sait que le mouvement

de la vague ne se fait sentir sur le fond que jusqu'à une profondeur assez faible. Le poudingue-base du tufeau de Ciply est surmonté d'une forte épaisseur de roche calcaire à grain très fin qui montre qu'après le dépôt des cailloux roulés, la mer est devenue plus profonde à l'endroit de la carrière[1]. Tout cela prouve qu'après le dépôt du tufeau inférieur, la mer s'est retirée et qu'elle est revenue, beaucoup plus tard, pour déposer le tufeau supérieur. L'émersion a dû être de très longue durée et a permis au crétacique de subir d'importantes dénudations ; elle a été, en outre, accompagnée de déformations du sol, car on voit, par l'inspection de la fig. 17, que le tufeau inférieur est plus fortement incliné au nord que le tufeau supérieur.

Pendant la durée de l'émersion, la mer a dû, évidemment, déposer en d'autres régions des terrains immédiatement plus anciens que le tufeau de Saint-Symphorien et immédiatement plus jeunes que le tufeau de Ciply. Mais ces dépôts, jusqu'ici, ne sont pas connus. Ces terrains, en comblant la *lacune* qui existe entre les deux tufeaux, nous feraient connaître les couches de passage du terrain crétacique aux terrains tertiaires. Ils représentent une période très longue, car lorsque la mer est revenue dans le pays, sa faune s'était profondément modifiée.

La craie phosphatée et la craie de Spiennes, là où elles sont recouvertes directement par le tufeau de Ciply, présentent, au sommet un banc durci perforé de trous de lithodomes et de canaux contournés. La craie de Nouvelles est, au contact du tufeau, transformée en une roche qui a la compacité du marbre.

Un banc durci perforé couronne également la craie phosphatée, quand elle est recouverte par le tufeau de Saint-Symphorien ; encore une fois, le dépôt des deux assises a été, au moins par place, séparé par une émersion.

[1] Pour ne pas compliquer les choses, nous laissons de côté le gravier 2" (fig. 7) qui établit une subdivision secondaire dans le tufeau de Ciply et correspond à une émersion peu importante suivie d'une nouvelle immersion. A la grande carrière Cailleaux, à Ciply, ce gravier 2" repose sur un banc de tufeau durci et perforé comme le banc 3".

Les cailloux roulés phosphatés, qui constituent les graviers et les poudingues de la base des tufeaux, consistent, en grande partie, en fragments arrachés par la vague aux bancs durcis sur lesquels ils reposent. On y rencontre aussi un grand nombre de moulages de coquilles de gastropodes et de pélécypodes crétaciques roulés à l'état de cailloux et dont on ne connaît pas le gisement primitif. Ils appartiennent, vraisemblablement, à des couches intermédiaires entre la craie de Ciply et le tufeau de Saint-Symphorien, couches que la dénudation antérieure à ce tufeau a fait disparaître à Ciply, mais qui pourraient peut-être se retrouver en profondeur, dans le sens du pendage des terrains.

La craie phosphatée repose normalement sur la craie de Spiennes et ne forme avec elle, comme nous le savons déjà, qu'une seule et même assise, dont nous faisons l'étage ciplyien (fig. 9). Le croquis fig. 18 montre qu'il en est ainsi sur une grande partie du pourtour du bassin phosphaté de Mons, mais il montre aussi qu'à partir du ruisseau d'Asquilies, à Ciply, la craie de Spiennes se termine et que la craie phosphatée s'étend en *stratification transgressive*, sur la craie de Nouvelles. C'est ainsi que les choses se présentent à Cuesmes (fig. 15). Cet état de choses prouve qu'à un moment donné, alors que la craie de Spiennes était déjà formée, la mer ciplyenne s'est étendue vers l'ouest et vers le sud, à la suite, probablement, d'un affaissement du sol dans cette région, et est venue y déposer de la craie de Ciply. Mais la mer, à mesure qu'elle s'avançait, semait son fond d'un lit de cailloux roulés, produit du remaniement par la vague de la craie de Nouvelles sous-jacente et de ses fossiles. C'est là l'origine du *poudingue de Cuesmes*, lequel forme donc la base de la craie phosphatée là où elle n'est pas superposée à la craie de Spiennes. Ce poudingue est formé de cailloux bruns d'une teneur dépassant 45 °/₀ de phosphate et consistant surtout en moules de fossiles.

D'autre part, nous avons vu plus haut que la craie de Spiennes, au contact avec celle de Nouvelles, présente également à sa base un lit de nodules roulés reposant sur un banc

durci, jauni et perforé de lithodomes qui termine la craie de Nouvelles.

Tout cela nous donne encore une fois la preuve des variations des limites de la mer. Après la formation de la craie de Nouvelles, qui termine dans nos régions l'étage sénonien, la mer s'est retirée. Elle est réapparue plus tard, venant de l'est, semble-t-il, car elle a d'abord déposé la craie de Spiennes à Saint-Symphorien, Spiennes, Mesvin, et n'a dépassé l'emplacement actuel de Ciply qu'à l'époque de la craie phosphatée proprement dite. Le retrait de la mer a été de longue durée et, lors de son retour, elle nourrissait une faune assez différente de la faune sénonienne.

Nous n'insisterons pas sur les lits de nodules phosphatés, reposant sur des bancs durcis et perforés, que l'on trouve au contact de la craie d'Obourg avec celle de Trivières et de celle-ci avec la craie de Saint-Vaast. Ils indiquent des émersions relatives, des interruptions de sédimentation, accompagnées de quelques modifications de faune, mais ils ne semblent pas correspondre à des mouvements du sol de grande importance. Une démarcation analogue s'observe entre la craie de Saint-Vaast et celle de Maisières et a paru assez importante pour qu'on en fit la limite entre le Sénonien et le Turonien.

FIGURE 19. — *Coupe prise au bord nord de la vallée de la Haine.*

1. — Argile yprésienne.
2. — Landenien.
3. — Crétacique.
4. — Terrain houiller productif.
5. — » » stérile.
6. — Calcaire carbonifère.

En tous les points où l'on peut observer la superposition du Crétacique sur le terrain houiller, et, d'une façon plus générale, sur les terrains primaires, on constate aisément qu'il y a, entre les deux termes en présence, une discordance de stratification très prononcée. C'est ce que montrent déjà les figures 3 et 19. Des coupes que l'on peut observer dans les vallées de l'Hogneau et du ruisseau de Bavay sont surtout instructives à cet égard.

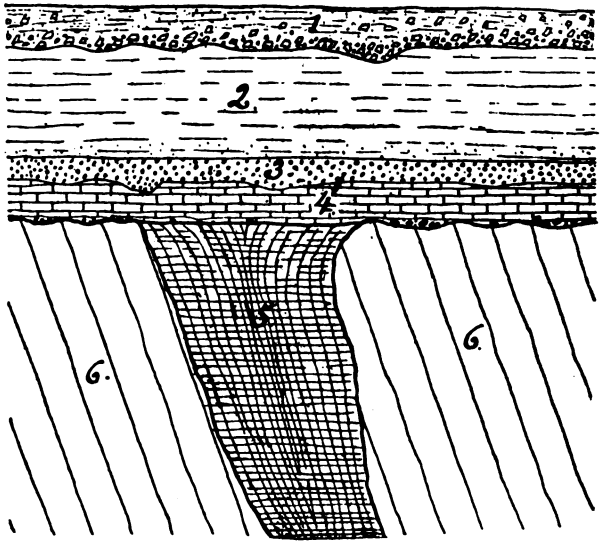


FIGURE 20. — *Coupe prise près de la gare de Bettrechies.*

1. — Pleistocène.
2. — Diève à *Terebr. rigida.*
   Diève à *Actin. plenus.*
3. — Tourtia de Mons.
4. — Sarrazin.
5. — Bernissartien.
6. — Calcaire primaire (Devonien moyen).

Examinons d'abord la figure 20, prise dans une carrière voisine de la gare de Bettrechies (France). On exploite dans cette carrière, pour en faire de la chaux hydraulique, des calcaires primaires noirâtres (6) qui ne nous arrêteront pas pour le moment ; bornons-nous à constater qu'ils sont en bancs presque verticaux. Sur leurs tranches, reposent trois assises crétaciques paraissant parfaitement horizontales. La figure 21, prise non loin de là, près de la gare de Roisin-Autreppe (Belgique), nous montre les couches crétaciques recouvrant des calcaires primaires non plus simplement redressés, mais fortement plissés. Ce sont là deux exemples classiques de discordance de stratification.

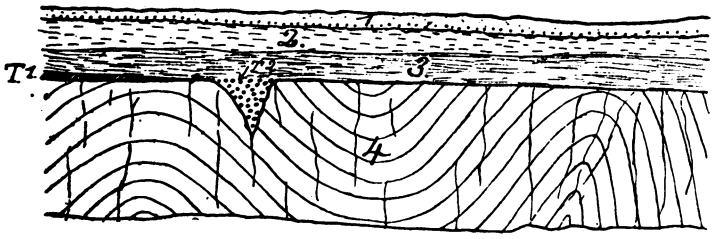


FIGURE 21. — *Coupe prise près de la gare de Roisin-Autreppe.*

1. — Pleistocène.
2. — Dièves à *Terebr. rigida.*
3. — Dièves à *Actin. plenus.*
T¹. — Tourtia de Mons.
T². — Tourtia de Montignies-sur-Roc.
4. — Calcaire primaire (Devonien moyen).

Ces deux mêmes coupes vont, d'ailleurs, nous permettre de faire d'autres observations intéressantes.

Dans la coupe de Bettrechies (fig. 20), le calcaire primaire est creusé d'une poche profonde remplie d'argiles plastiques

noires, et de sables ligniteux avec blocs de bois fossile. On rattache ces dépôts au Bernissartien de la vallée de la Haine[1].

Au-dessus, en partant de la surface du sol, on voit, sous un limon pleistocène remanié, rempli de cailloux anguleux de silex, une marne grise, un peu verte, blanche à l'état sec, renfermant en abondance *Terebratulina rigida.* C'est la Diève turonienne que nous avons déjà signalée ailleurs (v. p. 65). Elle passe vers le bas à une marne très argileuse, bleue, dans laquelle on trouve la belemnite appelée *Actinocamax plenus* et qui est la partie cénomanienne des Dièves. Cette marne bleue repose sur une marne verdâtre, très glauconieuse, renfermant quelques galets et, comme fossiles caractéristiques, très abondants : *Pecten asper*, *Ostrea columba*, *Ditrupa deformis*, etc. C'est le *Tourtia de Mons* déjà rencontré précédemment, (v. p. 65).

Sous ce Tourtia, se présente une roche d'aspect tout différent : c'est un calcaire jaunâtre ou brunâtre, formé de menus débris de coquilles réunis en une masse trèscohérente, renfermant des grains épars de limonite. Dans notre coupe, elle se présente en masses irrégulières à contours arrondis, d'aspect carié, empâtées dans du calcaire « pourri », très limoniteux, renfermant des galets vers le bas. Mais généralement elle est en bancs compacts et continus.

Cette roche porte, dans le pays, le nom de *Sarrasin* ou *pierre des Sarrasins* ; non loin de Bettrechies, vers Houdain et Bellignies, elle a huit ou dix mètres d'épaisseur[2] et présente à son sommet une couche de minerai de fer (limonite) que l'on a exploitée jadis.

Le Sarrasin renferme assez bien de fossiles *(Ostrea carinata*, *Ostrea haliotidea*, etc.). Ce terme géologique, que nous rencontrons pour la première fois, représente un étage

[1] Des lambeaux de dépôts bernissartiens se rencontrent fréquemment dans les mêmes circonstances, dans les carrières de calcaire primaire de Tournai, Soignies, Ecaussines, etc.

[2] Les souterrains dits « Trous de Sarrasins » de Houdain-lez-Bavay sont creusés dans cette roche.

cénomanien qui a eu autrefois une assez grande extension dans le pays, mais que la dénudation a fait disparaître presque partout, avant l'arrivée de la mer qui a déposé le Tourtia de Mons. Ce n'est qu'aux environs de Bavay qu'il forme encore des couches continues. En Belgique, il n'en reste plus que de très petits lambeaux, conservés à l'état de témoins, dans des poches des roches primaires, à Autreppe, Montignies-sur-Roc, Tournay, etc. Son aspect y est d'ailleurs assez différent ; c'est un calcaire marneux, très limoniteux, parfois glauconieux, rempli de galets de roches primaires et, le plus souvent, littéralement pétri de fossiles, qui porte le nom de *Tourtia de Montignies-sur-Roc* ou *Tourtia de Tournay.*

La figure 21 nous montre en T^3 une de ces poches de Tourtia de Montignies ; T^4 représente le Tourtia de Mons, assez discontinu en cette région. Au-dessus (3), se voient des marnes bleuâtres très compactes avec quelques petits galets à la base, qui sont les *Dièves inférieures*, cénomaniennes à *Actinocamax plenus* ; puis viennent les *Dièves supérieures* (2) à *Terebratulina rigida.*

La surface supérieure du calcaire primaire (4), au contact des marnes qui la recouvrent en couches horizontales, est criblée de perforations dont beaucoup sont dues à des mollusques lithodomes. Un grand nombre de ces trous sont remplis d'une substance calcaire dure, jaunâtre, dans laquelle il faut voir un vestige de la présence du Tourtia de Montignies-sur-Roc, balayé par la mer du Tourtia de Mons.

Les deux coupes précédentes prouvent, à l'évidence que le Tourtia de Montignies est plus ancien que le Tourtia de Mons, mais, comme on le voit partout reposant sur les terrains primaires, c'est le seul renseignement que nous puissions avoir par la statigraphie sur son âge géologique. D'autre part, la paléontologie nous enseigne que sa faune est cénomanienne ; il est donc certainement plus jeune que la Meule de Bracquegnies (Albien) et sa position stratigraphique exacte doit se trouver à un certain niveau de la Meule d'Harchies.

La Meule de Bracquegnies représente, comme nous le savons, le dépôt crétacique marin le plus ancien que nous ayons dans le pays ; elle n'existe, comme le montre la coupe fig. 11, que sur une partie restreinte de la surface de nos terrains primaires.

Au puits de la fosse d'Harchies, on trouve la Meule d'Harchies — cénomanienne — reposant sur la Meule albienne de Bracquegnies ; mais un peu plus au nord, à Bernissart, de même qu'à Hautrages et à Baudour, on peut voir la Meule d'Harchies, débordant celle de Bracquegnies, aller recouvrir directement le Houiller ou le Bernissartien. De même, le Tourtia de Mons, au nord, à l'est et au sud, dépasse l'extension des Meules et va reposer directement sur le Houiller ou le Bernissartien. La Meule d'Harchies est donc *transgressive* par rapport à la Meule de Bracquegnies, et le Tourtia de Mons est transgressif par rapport à la Meule d'Harchies. Ces faits témoignent d'une invasion graduelle de notre pays par la mer.

L'invasion s'est continuée pendant les périodes subséquentes du Crétacique. En effet, dans la vallée du ruisseau du Camp de Casteau, près de Maisières, les Dièves, débordant le Tourtia de Mons, reposent sur le Bernissartien ; plus à l'est, dans le bassin du Centre, ce sont les Fortes-Toises qui forment la base du Turonien, et dans la vallée de la Sambre, près d'Erquelines, ce sont les Rabots. Bien plus, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, on voit la craie blanche sénonienne et même le tufeau maestrichtien reposer directement sur les terrains primaires.

Ainsi donc, à l'époque de la Meule de Bracquegnies, la mer crétacique est entrée dans le Hainaut et semble y être restée jusqu'au dépôt de la Meule d'Harchies. Puis, après un retour en arrière correspondant à la période continentale qui a vu la dénudation du Tourtia de Montignies, la mer est revenue dans le pays et l'a envahi de plus en plus jusqu'à la fin des temps crétaciques. Cette avancée générale a été toutefois compliquée de reculs et de retours qui ont surtout

laissé des traces dans les terrains supérieurs du Turonien. (Voir p. 100 et suivantes.)

Que se passait-il dans notre pays avant l'arrivée de la mer de la Meule ? La nature des dépôts bernissartiens sur lesquels repose la Meule montre que le Hainaut était émergé, qu'il faisait partie d'un continent. C'était l'époque où vivaient chez nous l'Iguanodon, le Mégalosaure et les Crocodiles de Bernissart. Le relief de la contrée devait être bien différent de ce qu'il est aujourd'hui ; la faune de Bernissart indique l'existence de marécages, tandis que les conifères d'Hautrages et de La Louvière se rapportent à une flore de montagne. Les graviers bernissartiens renferment des cailloux de quartz et d'autres roches siliceuses dont la position première se trouve dans des terrains primaires très anciens, à 25 ou 30 kilomètres plus au nord. Ces cailloux n'ont pu arriver dans la vallée de la Haine qu'à condition que la surface des terrains primaires ait été inclinée vers le sud et non vers le nord, comme elle l'est aujourd'hui.

Les coupes que nous avons observées à Ciply présentent encore un point intéressant sur lequel nous devons revenir avant de finir ce paragraphe. La coupe reproduite fig. 9 montre, dans sa partie gauche, une particularité dont nous n'avons pas encore donné l'explication ; on y voit, en contact immédiat avec la craie de Spiennes et même avec la craie de Nouvelles, la zone moyenne de la craie phosphatée. La surface de séparation (F F) se présente comme une fente, une cassure, et si l'on examine de près les roches en contact de chaque côté de F F, on constate qu'elles sont polies, cannelées, striées, comme si elles avaient *frotté* vigoureusement l'une contre l'autre pans le sens vertical.

La surface F F est bien, en effet, une cassure qui s'est faite à travers le massif crayeux et qui a été suivie de l'enfoncement vers le bas, de la chute de la partie située à gauche. Cet accident de la stratification s'appelle une *faille*[1].

[1] On fait habituellement dériver ce mot de l'allemand *fallen*, de l'anglais *to fall*, ou même du français *faillir*. D'après Larousse, *faille* est un mot wallon emprunté au langage des mineurs.

La figure 10 montre une série de failles qui se succèdent dans la grande tranchée de Spiennes-Harmignies. La carrière des Gaillies, à Ciply, nous en présente une autre, très nette (fig. 22).

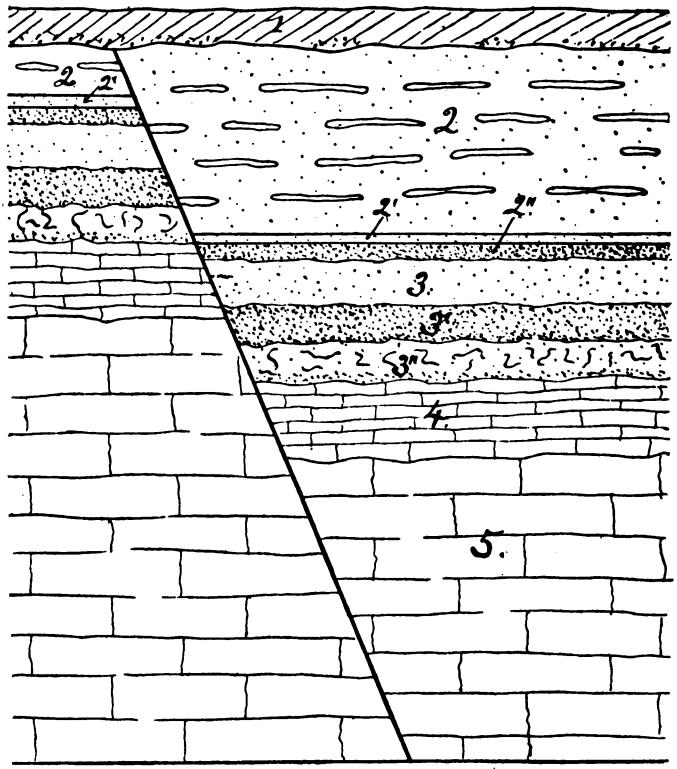


FIGURE 22. — *Coupe prise à la carrière des Gaillies, à Ciply.*

1. — Pleistocène.
2 et 3. — Tufeau de Ciply.
4. — Tufeau de Saint-Symphorien.
5. — Craie phosphatée de Ciply.

Il est souvent possible de déterminer l'âge — relatif — de ces accidents. Il est clair qu'une faille est plus récente que les couches qu'elle déplace. Ainsi, dans la figure 22, la faille est évidemment postérieure au dépôt du Tufeau de Ciply (2). Dans la figure 23, on voit, au contraire, que la faille qui recoupe la craie de Ciply (5) est plus ancienne que le tufeau, dans lequel elle ne se prolonge pas. Il y a donc des failles de différents âges.

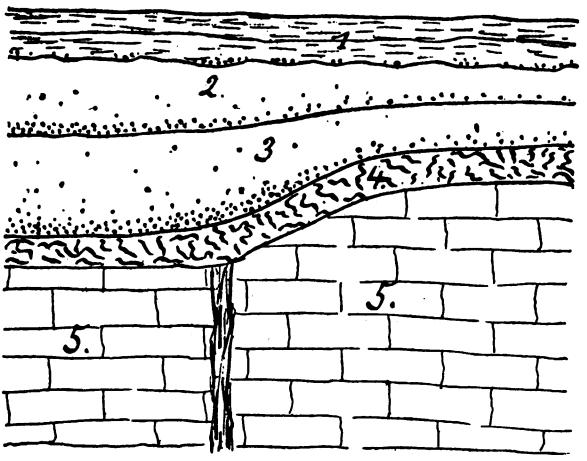


FIGURE 23. — *Coupe prise à la carrière Caillaux, à Ciply.*

1. — Pleistocène.
2 et 3. — Tufeau de Saint-Symphorien.
4. — Sommet de la Craie de Ciply (banc durci et perforé).
5. — Craie phosphatée de Ciply.

Des faits exposés dans le présent paragraphe, il résulte que, durant les temps crétaciques, comme pendant l'époque

tertiaire, les limites de la mer et de la terre ferme se sont, à maintes reprises, considérablement modifiées ; la mer a opéré sur les masses continentales un certain nombre de *transgressions* suivies de *régressions*. Les choses se sont passées *comme si* les terres tantôt s'abaissaient, tantôt se relevaient, faisant ainsi tantôt avancer, tantôt reculer les lignes de rivage. Nous avons montré plus haut, par des exemples pris le long de notre littoral (§ 3), que ces oscillations des rivages se sont produites jusqu'en des temps très rapprochés de nous, et il n'y a pas de raison de supposer que la position de notre côte maritime est, aujourd'hui, définitivement fixée.

La recherche de la cause de ces avancées et de ces reculs de la mer est un des problèmes capitaux de la physique du globe. Dire que ces phénomènes sont dus à des mouvements d'affaissement et d'élévation des continents n'est qu'un moyen d'éluder provisoirement la question.

Nous avons entrevu aussi une deuxième espèce de mouvements subis par l'écorce terrestre : ce sont les *plissements*. Les figures 2 et 3 nous en donnent un exemple, à la vérité peu caractéristique, dans les terrains crétaciques et tertiaires. Dans nos régions, il n'y a que les terrains primaires qui soient réellement plissés. La figure 21 représente, sous le Crétacique, des calcaires primaires formant un pli en fond de bateau *(synclinal)* flanqué de deux plis en voûte *(anticlinaux)*.

Enfin, nous avons, par quelques exemples, montré l'existence, dans notre sol crétacique, de fractures nettes accompagnées d'un déplacement relatif des deux parois, dont l'une semble s'être affaissée par rapport à l'autre; ce sont les *failles*.

§ 12.

En considérant, provisoirement, le terrain houiller comme étant d'origine marine, nous devons admettre qu'entre la

fin de son dépôt et l'époque de la Meule albienne, la mer s'était retirée du pays, laissant les agents de la dénudation s'acharner à la destruction du continent primaire. Une partie des produits de cette destruction est restée accumulée sur le continent lui-même et constitue les graviers, les sables et les argiles bernissartiens à Conifères et à Iguanodons.

Quand la mer de la Meule de Bracquegnies est entrée dans le Hainaut, elle a déposé ses graviers et ses sables à Trigonies sur les formations continentales bernissartiennes et sur les terrains primaires plissés.

Il existe donc, entre le Houiller et la Meule, une *lacune*, un manque de terrains marins formant la liaison, et, si nous remarquons les grandes différences qui existent entre les roches et entre les fossiles de ces deux étages, de même que la grande discordance que montre leur contact, nous devons conclure que cette lacune doit être considérable.

Nous allons tâcher de la combler, en d'autres termes, rechercher les terrains immédiatement plus anciens que la Meule et, en remontant dans le temps, c'est-à-dire en descendant pas à pas la série des étages géologiques, arriver à des terrains immédiatement plus récents que le terrain houiller du Hainaut.

Pour apprendre à connaître ainsi la série des étages qui se sont déposés dans la mer pendant que notre pays faisait partie d'une terre continentale, il nous suffira d'une excursion dans des pays très voisins. Cette revue sera extrêmement rapide et très superficielle.

Transportons-nous d'abord sur la côte française du détroit du Pas-de-Calais, vis à vis du Cap Blanc-Nez qui fait face à la partie la plus resserrée du détroit. Nous avons devant nous une haute falaise entièrement crayeuse, formée de couches légèrement inclinées vers le nord-est et comprenant une série d'assises turoniennes et cénomaniennes. Au sommet de

la falaise, se trouve une craie blanche à silex représentant les Rabots et les Fortes-Toises du Hainaut. En dessous, viennent successivement des assises de craie équivalant respectivement aux Dièves, au Tourtia de Mons et à la Meule d'Harchies.

Ces *équivalences* sont établies par l'analogie des faunes et, spécialement, par la présence de certains fossiles caractéristiques. On constate, d'autre part, que les assises correspondantes se présentant au Blanc-Nez sous des aspects absolument différents de ceux que nous leur connaissons dans le Hainaut. Personne, par exemple, ne songerait à voir, dans certaines craies de la base de la falaise, les représentants des couches de grès et de sables caillouteux de la Meule d'Harchies, si l'on ne trouvait, de part et d'autre, des fossiles qui ne laissent aucun doute sur cette assimilation et qui permettent de considérer comme contemporaines, *synchroniques* ou du moins comme *homotaxiques* [1] ces terrains absolument différents quant à la nature de leurs roches. On attribue la différence des caractères lithologiques à la diversité des conditions de sédimentation. La Meule d'Harchies, où dominent les sables et les galets, est un dépôt essentiellement littoral, tandis que la craie cénomanienne du Blanc-Nez n'a pu se déposer qu'au large, comme nous le montrerons dans la seconde partie de cet exposé.

Nous retiendrons donc de tout cela que des dépôts de même âge, renfermant des faunes analogues, peuvent se présenter sous des aspects, des *facies lithologiques*, comme on dit, absolument différents. Ce n'est pas la nature de la roche qui indique la position stratigraphique d'une couche, ce sont les fossiles qu'elle renferme [2].

[1] C'est-à-dire occupant la même place dans l'échelle des terrains.

[2] La craie de Saint-Vaast et la craie de Trivières du Hainaut ont pour représentants, dans le Limbourg et la province de Liége, des couches sableuses et argileuses.

Après cette parenthèse, revenons à nos couches du Pas-de-Calais. Sous une craie glauconifère sableuse, que l'on doit encore rattacher à la Meule d'Harchies, on voit apparaître, au Petit Blanc-Nez, une argile marneuse grise qui paraît être l'équivalent exact de la Meule de Bracquegnies (étage albien); en dessous, vient une argile bleue à poteries, formant, avec l'argile précédente, ce qu'on appelle le *Gault*; elle présente, dans son sein et à sa base, des lits, exploités en certaines régions, de nodules et de fossiles phosphatisés (*coquins* du Gault). Enfin, la base de l'étage albien est formée par des sables verts en grande partie durcis en grès.

On les voit, un peu plus loin, reposer sur des argiles noires et des grès argileux renfermant des fossiles (*Ostrea sinuata*, *O. Leymerii*) qui les font rapporter à un terme du Crétacique que nous ne connaissions pas jusqu'ici, l'*étage aptien*[1]. Nous commençons donc à pénétrer ici dans les terrains qui vont combler la grande lacune existant dans le Hainaut.

A Wissant, entre le Blanc-Nez et le Gris-Nez, on a pu établir que les argiles noires aptiennes reposent sur des sables ferrugineux que l'on rapporte à un étage tantôt formé de dépôts d'eau douce ou d'eau saumâtre (*Wealdien*)[2], tantôt nettement marin (*Néocomien*)[3], et qui forme la base des terrains crétaciques. Cet étage se rencontre, dans le Bas-Boulonnais, en discordance sur les terrains secondaires plus anciens et les terrains primaires. Les dépôts d'eau douce qu'on y trouve, suivis immédiatement des dépôts marins de l'Aptien et de l'Albien, montrent qu'à l'aurore des temps crétaciques, le Boulonnais faisait partie d'un continent; la mer l'a recouvert dans la première partie de l'époque crétacique, alors qu'elle n'a commencé à pénétrer dans le Hainaut que beaucoup plus tard.

[1] D'*Apt*, en Vaucluse.
[2] Le *Weald*, région du sud-est de l'Angleterre.
[3] De *Neocomum*, Neuchâtel.

Dans les falaises qui s'étendent entre le cap Gris-Nez et Boulogne, entre autres à la Rochette, près de Wimereux, on voit le Wealdien reposer en discordance sur une formation nouvelle, qu'elle *ravine* fortement, c'est-à-dire qu'elle recouvre par une surface de contact très tourmentée indiquant l'action d'érosions continentales.

Cette formation nouvelle est le *Jurassique*, c'est-à-dire le système du groupe des terrains secondaires qui se place immédiatement sous le Crétacique.

Le Jurassique forme un ensemble très puissant d'étages, divisés et subdivisés en un grand nombre de zones et d'assises, généralement très riches en fossiles, parmi lesquels les plus frappants sont les Ammonites, les Bélemnites, les Trigonies, les Pholadomyes et une série de grands Reptiles marins (Ichthyosaures, Plésiosaures, etc.). Les roches les plus caractéristiques du système sont les *calcaires oolithiques*, formés de petits grains arrondis (concrétionnés) comparés à des œufs de poissons ; les *calcaires coralliens*, dus à des récifs analogues à ceux des mers chaudes actuelles ; enfin la *limonite oolithique* ou *minette*, qui est le minerai de fer du Luxembourg et de la Lorraine.

Le Jurassique est très répandu en France. Sur la carte géologique d'ensemble, on le voit former un grand 8 dont la boucle supérieure circonscrit partout, sauf du côté de la Manche et de la Flandre, la région crétacique et tertiaire dont Paris est le centre ; la boucle inférieure entoure le Plateau central.

Nous ne pouvons songer à passer en revue la série des assises jurassiques comme nous l'avons fait pour le Crétacique. Nous nous bornerons à en énumérer les étages successifs, dans l'ordre descendant.

L'époque jurassique s'est terminée par une émersion, à laquelle correspondent des couches d'eau saumâtre et d'eau douce visibles dans les falaises du Boulonnais *(Purbeckien*[1]*)*

[1] Presqu'île de Purbeck (Angleterre).

et que l'on a eu quelque peine à distinguer des dépôts wealdiens qui les recouvrent. Le restant du système est à peu près exclusivement marin ; on y trouve, dans le Boulonnais, de haut en bas, la série des étages suivants d'une épaisseur totale d'environ 300 mètres :

PORTLANDIEN [1] : alternances de sables, grès, argiles et calcaires gréseux. *(Trigonia Pellati, Ammonites gigas.)*

KIMMERIDGIEN [2] : Argiles plus ou moins durcies, sables, grès, calcaires. (*Ostrea virgula.*)

SÉQUANIEN [3] : sables, argiles, grès, calcaires oolithiques et autres. *(Ostrea deltoidea.)*

OXFORDIEN [4] : Calcaires, argiles. (*Ammonites cordatus, Ostrea dilatata, Cidaris florigemma.*)

CALLOVIEN [5] : Argiles, calcaires *(Ammonites Lamberti.)*

BATHONIEN [6] : Calcaire oolithique, etc. *(Ostrea Sowerbyi, Rhynchonella Hopkinsi, Rh. elegantula, Rh. badensis.)*

Près de la petite ville de Marquise, le Bathonien repose sur les terrains primaires dont il est, toutefois, habituellement séparé par des dépôts continentaux consistant en sables ferrugineux, parfois ligniteux et pyriteux. Encore une fois, ceci nous montre que le sol primaire du Boulonnais a été envahi par la mer jurassique à l'époque correspondant au Bathonien. Mais d'autres régions du Nord de la France ont été envahies beaucoup plus tôt, et, en-dessous de dépôts contemporains du Bathonien du Boulonnais, on y trouve une succession d'étages qui continuent vers le bas la série jurassique. Ainsi, dans la région des Ardennes et de la Lorraine, on trouve successivement, sous le Bathonien :

[1] Presqu'île de Portland (Angleterre).
[2] Kimmeridge (ibid.).
[3] *Sequani*, peuple celtique.
[4] Oxford (Angleterre).
[5] Kelloway (ibid.).
Bath (ibid.).

BAJOCIEN [1] : Calcaire et limonite oolithique. (*Ammonites Humphresianus*, *Belemnites giganteus*.)

TOARCIEN [2] : Marnes, grès, minerai de fer (minette) de Lorraine et du Luxembourg. (*Ammonites bifrons*.)

CHARMOUTHIEN [3] : Grès, marnes et calcaires. (*Ammonites spinatus*.)

SINÉMURIEN [4] ou VIRTONIEN : Calcaires, marnes, argiles. (*Ammonites obtusus*.)

HETTANGIEN [5] : Sables, grès, marnes, calcaires marneux. (*Ammonites planorbis*.)

RHÉTIEN [6] : Grès, marnes, poudingue à ossements de reptiles (*bone bed*). (*Avicula contorta*.)

Le Rhétien forme la base du système jurassique. Sans quitter la région lorraine, nous pouvons le voir reposer directement sur le sommet du *Trias*, qui est le système le plus ancien du groupe secondaire.

Le Trias, ou système triasique, présente, dans la région de la Lorraine et des Vosges, une puissance considérable et consiste en une formation marine dite *Calcaire conchylien*, intercalée entre deux formations continentales, le *Keuper* ou *Saliférien* au-dessus, et le *Grès des Vosges* avec le *Grès bigarré*, en dessous.

En Lorraine, le Rhétien repose sur le Keuper, consistant surtout en marnes bariolées (dites *marnes irisées*), intercalant des gîtes importants de sel gemme, exploités à Varangéville, Dieuze, etc.

Le Conchylien, qui vient en dessous, est essentiellement

[1] Bayeux (France).
[2] Thouars (France).
[3] Charmouth (Angleterre).
[4] *Sinemurum* ou Semur (France).
[5] Hettange (Lorraine allemande).
[6] Des Al es *rhétiques*.

formé de calcaires à fossiles marins (*Ceratites nodosus*, etc.). Il repose sur les assises du *Grès bigarré*, à fossiles végétaux (*Voltzia*, *Equisetum*, etc.), passant en dessous au *Grès des Vosges* proprement dit, roche de teinte rouge brique intercalant des bancs de poudingue et formant, avec le grès bigarré, un ensemble qui atteint 600 mètres de puissance.

Avec le Grès des Vosges, se terminent les terrains secondaires dont nous avons, en Hainaut, l'extrême sommet dans le Tufeau de Saint-Symphorien. En continuant à descendre la série des dépôts sédimentaires, nous allons pénétrer dans les terrains primaires, mais, comme nous allons le voir, nous devrons encore descendre de plusieurs échelons avant d'arriver à des terrains contemporains du Houiller du Hainaut.

Le système primaire le plus élevé est le *Permien*[1], qui se subdivise, de haut en bas, en *Thuringien*, *Saxonien* et *Autunien*.

Nous trouvons, dans la région vosgienne, les grès de la base du Trias reposant sur des grès rouges appartenant au Thuringien. Au nord des Vosges, dans la région du bassin houiller de la Saar, ces grès rouges surmontent des conglomérats, des grès et des schistes à végétaux (*Walchia*, *Calamites*) constituant le Saxonien.

En continuant à descendre, nous rencontrons l'Autunien, qui nous présente des argiles schisteuses, des schistes, des marnes, des grès, accompagnés de quelques minces lits de *houille* et renfermant, comme fossiles, des amphibiens (*Archegosaurus*), des poissons (*Acanthodus*, *Palæoniscus*, *Amblypterus*, etc.), et des plantes (*Walchia*, *Calamites* etc.).

Nous faisons encore un pas et nous pénétrons dans le *Terrain houiller* du bassin de la Saar. Sous le Permien,

[1] Gouvernement de Perm, en Russie.

viennent les *Couches d'Ottweiler*, puissantes de 2.000 à 3.000 mètres, renfermant des veines de charbon enclavées dans des grès rouges et des schistes. Mais ce n'est pas encore là le terrain houiller du Hainaut. Les couches d'Ottweiler renferment des fossiles végétaux (*Pecopteris arborescens*, etc.) qui les font ranger dans la subdivision supérieure du terrain houiller, l'étage *stéphanien*[1], qui n'existe pas en Belgique.

Sous les couches d'Ottweiler, viennent les *couches de Saarbrücke*, riches en veines de houille, qui appartiennent au même niveau du terrain houiller que les couches exploitées en Belgique, c'est à dire à l'étage *westphalien*.

Cette excursion faite en dehors des limites de notre pays, mais dans des régions peu éloignées, nous a donc permis de *combler la lacune* existant, dans le Hainaut, entre l'étage albien et l'étage westphalien. Le tableau suivant servira à résumer les notions acquises dans ce paragraphe,en montrant les anneaux successifs de la chaîne que nous avons trouvée rompue aux environs de Mons.

[1] De Saint-Etienne, département de la Loire.

	BOULONNAIS	RÉGION LORRAINE ET VOSGES	BASSIN DE LA SAAR	HAINAUT
CRÉTACIQUE	Albien	. . . . .	. . . . .	Albien (Meule de Bracquegnies).
	Aptien.			
	Néocomien (et Wealdien).			
JURASSIQUE	Purbeckien.			LACUNE
	Portlandien.			
	Kimmeridgien.			
	Séquanien.			
	Oxfordien.			
	Callovien.			
	Bathonien.	Bathonien.		
	. . . . .	Bajocien.		
	. . . . .	Toarcien.		
	. . . . .	Charmouthien.		
	. . . . .	Sinémurien.		
	. . . . .	Hettangien.		
	. . . . .	Rhétien.		
TRIASIQUE	. . . . .	Saliférien.		
	. . . . .	Conchylien.		
	. . . . .	Vosgien.		
PERMIEN	. . . . .	Thuringien.	Thuringien.	
	. . . . .	. . . . .	Saxonien.	
	. . . . .	. . . . .	Autunien.	
CARBONIFÈRE	. . . . .	. . . . .	Stéphanien.	
	. . . . .	. . . . .	Westphalien.	Westphalien.
	. . . . .	. . . . .	. . . . .	Dinantien.

§ 13.

Nous pouvons désormais, sans nous éloigner beaucoup de notre point de départ, continuer l'examen rapide des assises géologiques qui constituent le sol de notre pays.

Nous pénétrons dans les terrains formant le *groupe primaire* et dont le plus récent que nous possédions en Belgique, l'*étage westphalien*, constitue nos *bassins houillers* du Hainaut, de la province de Liége et de la Campine. Quand on s'en tient, comme nous le faisons ici, à la géologie régionale, il n'y a aucun inconvénient à appeler simplement l'étage westphalien, *le Terrain houiller*. Bien que la houille se rencontre dans bien des étages plus récents ou plus anciens, le Westphalien n'en est pas moins, dans nos contrées, le Terrain houiller proprement dit.

Les nombreuses exploitations charbonnières qui existent dans le Couchant de Mons vont nous permettre de nous faire une idée approchée de la composition et de la structure du bassin houiller, dans une région où les observations superficielles seraient presque partout impuissantes, par suite de la présence des terrains de recouvrement que nous avons décrits précédemment.

En synthétisant les résultats acquis par de nombreuses années de travaux de recherches et d'exploitation, nous construirons un croquis (fig. 24), lequel servira de base à l'exposé qui va suivre [1].

Il ressort de cette figure que, dans l'ensemble et en faisant abstraction des irrégularités que l'on remarque dans la partie méridionale, le terrain houiller de Mons constitue un *synclinal*, un *bassin*. Ce synclinal, né sur le territoire français, à l'ouest du Borinage, traverse notre pays en passant par

[1] Ce croquis est tout à fait théorique et néglige un grand nombre de faits importants. Pour ce qui concerne la structure du bassin, il est même très inexact.

Mons, Charleroi et Liége, puis pénètre en Allemagne. Il est encaissé dans des terrains plus anciens que le Houiller, plus ou moins déformé et compliqué par places, et il subit, à l'est de Namur, une courte interruption.

Aux points où le terrain houiller affleure, les roches qui le constituent sont en général fortement *altérées* par les agents atmosphériques, et ce n'est pas là qu'on les trouvera bien caractérisées. Il en est tout autrement dans les *terrils* des houillères, où l'on rejette journellement les débris rocheux extraits des travaux souterrains.

Examinons un de ces terrils et choisissons, autant que possible, celui d'une mine où l'on pratique des *bouveaux*, c'est-à-dire des galeries qui recoupent des assises successives.

Les roches que nous y trouvons tranchent par leur aspect sur celles que nous avons rencontrées dans le Crétacique et le Tertiaire. Nous n'y voyons plus de sable, plus d'argile, plus de calcaire. La couleur verte de la glauconie fait absolument défaut. La plupart des roches houillères sont noirâtres ou d'un gris très foncé ; c'est un mélange de matière charbonneuse qui leur donne ces teintes sombres.

Un autre caractère des roches du terrain houiller, c'est que les fossiles animaux y sont très rares. On y trouve, au contraire, en une véritable abondance, des *empreintes végétales*, parmi lesquelles on reconnait tout de suite des feuilles de fougères, des tiges, des empreintes d'écorces, etc.

En examinant les roches de plus près, nous pourrons constater, cependant, que si le calcaire a disparu [1] et si le charbon prend ici une importance plus grande que partout ailleurs [2], il n'apparaît aucune substance essentielle que nous ne connaissions déjà.

[1] Le calcaire ne se présente qu'à l'état d'exception dans le terrain houiller belge.

[2] Rappelons que nous avons déjà rencontré le charbon, dans le Bernissartien, etc., à l'état de *lignite*.

Dans les terrils déjà anciens, soumis depuis plusieurs années aux influences altérantes de l'air humide, on remarquera que les blocs rocheux se sont plus ou moins désagrégés. Les uns sont devenus terreux, friables, parfois plastiques, ont acquis l'aspect d'une argile grisâtre ou brunâtre. Ces roches, dont l'altération à l'air donne de l'argile, s'appellent des *schistes*.

D'autres roches des terrils sont beaucoup moins altérables, mais finissent cependant, après une longue exposition à l'air et à la gelée, par se résoudre en un sable plus ou moins grossier et plus ou moins pur. Ce sont des grès.

Les schistes sont les roches principales du terrain houiller ; ils constituent environ 70 % de sa masse.

Le schiste houiller est une roche argileuse cohérente, mais peu dure [1] ; sa couleur varie du grisâtre au noir, d'après l'abondance de la matière charbonneuse mélangée. Comme la plupart des schistes, le schiste houiller a une grande tendance à se diviser en plaques plus ou moins planes, parallèles à la stratification. Cette division en feuillets se fait sous le choc ou, spontanément, après un certain temps d'exposition à l'air.

Le grès houiller à l'état typique est la *cuérière* [2] ou *cuérelle* des mineurs belges. A côté des grains de sable, on y trouve du mica, des fragments de phtanite, parfois des grains blancs de feldspath [3] altéré.

[1] La *dureté*, dans le sens minéralogique, est la résistance à la rayure, au raclage ou au limage, en d'autres termes, à l'usure. Le mot *cohérent* est ici employé par opposition à *friable*. Une masse très cohérente peut être très peu dure. ;

[2] Corruption du mot *carrière*. Le grès est la *pierre de carrières* on l'a exploité, pour la bâtisse, dans le sud du Borinage, en un grand nombre de carrières, probablement avant la houille.

[3] Les Feldspaths sont des silicates importants dont il sera question plus loin.

Plus abondant que le grès proprement dit, est un grès argileux auquel une forte proportion de paillettes de mica disposées en lits parallèles, donne une certaine propension à se fendre à la façon du schiste. Ce grès schistoïde porte le nom de *psammite*. Les grès, avec les psammites, forment environ 27.5 % de la masse du terrain houiller.

Le schiste, le psammite et le grès proprement dit, sont les trois types essentiels de roches houillères, mais il faut y comprendre une série de variétés intermédiaires (grès argileux, schiste arénacé, etc.). La houille elle-même, dont l'extraction exige l'enlèvement de tant de matériaux stériles, occupe moins de 2.5 % de l'épaisseur de la formation.

Quand on creuse un puits ou une galerie à travers les assises houillères, on rencontre les schistes, les psammites et les grès en alternances assez irrégulières. La houille se présente en couches intercalées dans les schistes.

Dans la plus grande largeur du bassin houiller (v. fig. 24) les assises, quoique plus ou moins inclinées dans l'un ou l'autre sens, sont *en position normale*,

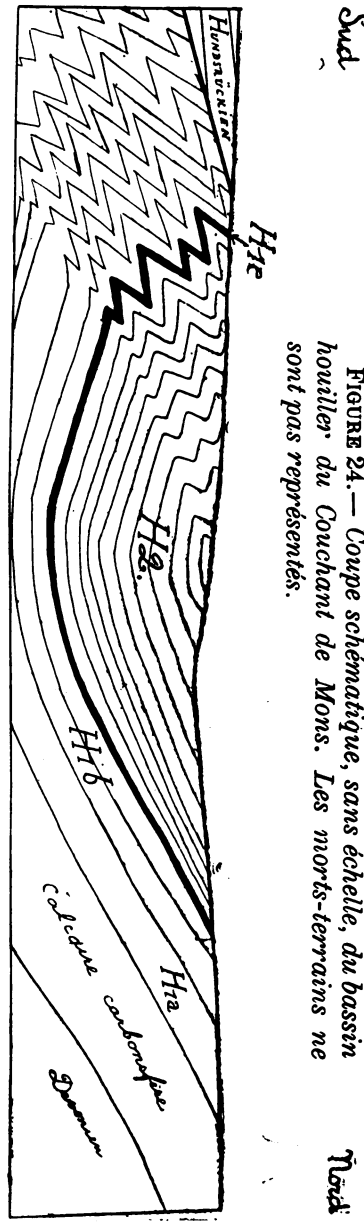


FIGURE 24. — *Coupe schématique, sans échelle, du bassin houiller du Couchant de Mons. Les morts-terrains ne sont pas représentés.*

c'est-à-dire que l'ordre de superposition de bas en haut correspond à l'ordre de formation. Dans ces conditions, et comme les schistes nous apparaissent nettement comme d'anciens sédiments argileux, il faut admettre que chaque couche de houille, quel que soit d'ailleurs son mode d'accumulation, s'est déposée sur le schiste qui est en-dessous, le *mur* des mineurs, et a été recouverte par le schiste qui est au-dessus et qui s'appelle le *toit*.

Les schistes argileux du toit et du mur présentent des caractères qui permettent de les distinguer facilement. Au toit, la roche se fend en feuillets relativement nets et, sur le plat de ces feuillets, on trouve de belles empreintes de feuilles de *Fougères* et d'écorces de *Calamites*, de *Sigillaria*, de *Lepidodendron*, dont les troncs, couchés, sont aplatis et comme écrasés. Parfois, ces troncs sont obliques ou même perpendiculaires à la stratification (troncs « debout »).

Le schiste du mur, au contraire, se fend, assez mal, en feuillets raboteux. Au lieu de feuilles ou de troncs, on y trouve des sortes de souches ou de rhizomes appelés *Stigmaria*, émettant des radicelles dans tout les sens [1].

Fort souvent, le combustible qui constitue une couche de houille est séparé du toit et du mur de schiste argileux par des lits de schistes charbonneux très noirs, peu cohérents *(faux toit, faux mur)*. Des lits analogues divisent souvent la couche de houille en deux ou plusieurs *layes*.

Le terrain houiller productif (H 2 de la Carte géologique) atteint dans le Borinage une puissance totale d'environ 2300 mètres. Sur cette épaisseur, on compte un peu plus de 100 couches exploitables de charbon.

Le plus grand nombre de couches exploitées dans le

[1] Les *Stigmaria* sont les parties souterraines des *Sigillaria*.

Borinage ont une épaisseur de 0 m. 50 à 1 m. 00. Il n'y en a qu'un petit nombre qui arrivent à 1 m. 50. Les lits de charbon variant de 0 m. 50 à quelques centimètres sont très nombreux *(veinettes, layettes)*.

L'étude microscopique de la houille démontre à l'évidence que ce combustible est dû à l'accumulation de débris végétaux, spécialement d'écorces et de feuilles ; les empreintes de plantes que l'on trouve dans les schistes et les psammites sont d'ailleurs à l'état de pellicules charbonneuses. D'après l'opinion la plus répandue parmi les géologues, la houille se serait formée par l'accumulation des troncs, branches, feuilles, etc., de plantes ayant vécu sur place dans des sortes de marais ; les Stigmaria du mur représenteraient les parties souterraines de certaines de ces plantes. Le schiste du mur serait ainsi le sol sur lequel a vécu la végétation houillère. Dans cette théorie, la formation de la houille est comparable à celle de la tourbe (v. p. 10), mais, au lieu de mousses de petite taille, les marais houillers nourrissaient des Fougères géantes, des Equisétacées (*Calamites*, etc.), des Lycopodinées (*Lepidodendron*, *Sigillaria stigmaria*, etc.), atteignant 10, 20 et 30 mètres de hauteur.

A la théorie de la *formation sur place* est opposée celle de la *formation par transport*, d'après laquelle les débris végétaux, dont l'accumulation a donné lieu aux couches de houille, auraient été charriés par les eaux après avoir été arrachés à des surfaces continentales.

Nous n'avons pas l'intention de discuter ici ces théories rivales. Bornons-nous à constater que l'origine végétale de la houille, comme celle de tous les autres charbons (lignite, tourbe, anthracite), doit être considérée comme hors de doute.

Ce sont les végétaux qui caractérisent les terrains houillers exploités dans différentes parties du monde. Ce sont les végétaux qui ont permis de reconnaître qu'ils peuvent appartenir

à une série d'étages et même à des systèmes géologiques bien différents. C'est, notamment, en se basant sur la flore, qu'on peut montrer, dans le bassin de la Saar, la superposition de couches houillères d'âges permien, stéphanien et westphalien. C'est aussi par l'étude des plantes fossiles que l'on a établi la contemporanéité du bassin houiller belge avec les couches inférieures de Saarbrücke.

Les fossiles animaux sont relativement très rares dans le terrain houiller exploité en Belgique. Cependant, ils sont loin d'en être absolument absents. Ils se rencontrent à des niveaux bien déterminés, généralement au toit des couches de houille, et souvent dans le faux-toit. Ce sont des restes de poissons, d'insectes, de crustacés, de mollusques, etc.

Chose intéressante à faire remarquer, à la suite de ce que nous venons de dire du mode de formation de la houille, beaucoup de mollusques du terrain houiller appartiennent à des genres *marins*, dont plusieurs existent encore dans la faune actuelle (*Mytilus*, *Modiola*, *Pecten*, etc.).

Chacun sait que les houilles se classent en une série de variétés, d'après leur composition, leurs caractères physiques et, surtout, d'après les usages spéciaux auxquels elles conviennent. Leurs qualités industrielles dépendent de la quantité de gaz qu'elles fournissent à la distillation sèche, de la quantité et des caractères du charbon qui reste comme résidu *(coke)*, de la proportion de matière minérale fixe (cendres),de la manière de brûler, de la chaleur dégagée dans la combustion, etc. [1].

Dans le bassin du Borinage, toutes les variétés de houille sont représentées. Mais on constate que ces variétés ne sont pas distribuées au hasard dans la formation houillère. Elles

[1] Voyez Victor Bouhy, *Mémoire sur les variétés de Houille du Couchant de Mons.* (Mém. de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut, t. III, 1854-55).

sont déposées en un ordre régulier dans le sens de la superposition stratigraphique, de telle sorte que les charbons les plus riches en matières volatiles forment les couches les plus élevées, tandis que les houilles les plus pauvres en gaz se trouvent vers la base. Un puits qui serait creusé dans le centre du bassin, à travers la masse du terrain houiller, rencontrerait donc successivement toutes les variétés de houille depuis les *charbons flénus* ou *houilles maigres à longue flamme* (45 à 38 °/₀ de matières volatiles) jusqu'aux *charbons maigres* (moins de 10 °/₀), en passant par les *flénus gras* (33 à 29 °/₀), les *demi-gras à longue flamme* (30 à 24 °/₀), les *gras* (25 à 18 °/₀) et les *demi-gras à courte flamme* (19 à 10 °/₀).

On comprend que la disposition synclinale qu'affecte notre bassin houiller est très avantageuse au point de vue de l'exploitation. Elle met à portée du mineur les variétés de houille qui ne seraient accessibles que par des puits très profonds si le terrain houiller était resté horizontal. Les charbons gras et demi-gras ont pu ainsi, depuis des siècles, être exploités à des profondeurs faibles sur la lisière méridionale du bassin.

Le puits *Sainte-Henriette* du *Charbonnage des Produits*, dont la partie supérieure est dans les charbons flénus, a atteint, à la profondeur 1150 mètres[1], des couches de houille ne renfermant que 14 à 15 °/₀ de matières volatiles, c'est-à-dire presque maigres, qui viennent affleurer au sol dans la partie sud du Borinage.

[1] Ce puits est le plus profond du Borinage ; le puits de la *Providence*, à Marchienne (bassin de Charleroi), arrive à 1175 mètres (1903).

Il existe des mines métalliques plus profondes encore. Dans la région métallifère du Lac Supérieur, la mine de *Tamarock* atteint 1.356 mètres et celle de *Red Jacket*, de la Compagnie *Calumet and Hecla*, dépasse aujourd'hui 1.400 mètres.

§ 14.

Si la surface du bassin houiller borain était débarrassée des morts-terrains, on rencontrerait, en marchant de l'axe vers le bord nord, toute la série des couches de houille dans l'ordre décroissant de la richesse en gaz, et inclinées régulièrement au sud. (V. fig. 24.)

En s'avançant encore plus loin, on arriverait sur des assises inférieures au terrain houiller exploité et pendant dans le même sens.

Ce sont ces assises qui vont désormais nous occuper ; mais sitôt que cesse le terrain houiller productif, nous sommes privés des données fournies par les exploitations souterraines. Fort heureusement, nous voyons en même temps, ainsi que le montre la figure 3, la surface des terrains primaires se relever de dessous l'épais manteau crétacique et devenir accessible aux observations de surface, au moins dans les vallées des affluents septentrionaux de la Haine.

Il y aura, cependant, une lacune dans nos observations superficielles. Les couches les plus inférieures du terrain houiller productif sont celles qui sont exploitées par les houillères de Ghlin et de Bernissart. En dessous, viennent des assises stériles dont l'affleurement au nord est encore caché par les morts-terrains et qui n'ont été atteintes par aucune exploitation. Elles seront prochainement traversées par les travaux du Charbonnage de Baudour, mais nous sommes forcé, pour le moment, d'énoncer des faits que nous ne pouvons pas démontrer sur le terrain, du moins sur le bord nord de notre bassin houiller.

On sait, par des observations faites plus à l'est, au bord nord des bassins de Charleroi et de Liége, qu'en dessous de la dernière couche de houille exploitée, il existe encore une épaisseur d'environ 300 mètres de terrain houiller sans couche exploitable. Puis on trouve des grès grossiers, généralement chargés d'une forte proportion de feldspath altéré,

constituant ce qu'on appelle l'assise du *poudingue houiller* ou du *grès d'Andenne*. Cette assise n'affleure pas au bord nord du bassin du Borinage et elle n'y a, jusqu'ici, jamais été reconnue par des travaux souterrains. C'est par analogie avec ce qui se passe à l'est, ainsi que sur le bord sud du bassin, que nous pouvons admettre son existence.

L'assise dite du poudingue houiller, qui atteint 15 mètres d'épaisseur à Andenne, limite vers le bas le *terrain houiller productif* proprement dit, ou *terrain houiller supérieur*, que la carte géologique désigne par *H2*. Avec le poudingue houiller commence le *terrain houiller non productif* ou *inférieur (H1)*, dont il constitue l'assise la plus élevée *(H1c)*.

La stérilité du terrain houiller inférieur n'est que relative. Sous les grès de la zone du poudingue houiller, viennent des schistes, psammites et grès analogues à ceux du terrain houiller supérieur et constituant l'assise *H1b* de la carte géologique. Dans cette assise, sont intercalées quelques minces couches d'une houille maigre et pyriteuse, parfois à l'état de terre-houille.

Avec la zone *H1b*, nous rentrons dans les terrains directement observables à la surface, ou, du moins, dans des excavations peu profondes.

La tranchée du bois de Baudour présente une coupe dont la partie crétacique a été décrite plus haut (v. p. 64). Au nord de la terminaison du Crétacique, les roches de l'assise *H1b* sont visibles sur une grande longueur et, sur les parois de la tranchée, on voit les tranches de deux petites couches de houille maigre.

Les couches de houille maigre que renferme l'assise *H1b* sont au nombre de deux, trois ou quatre, selon les endroits, et sont connues sous le nom de *coureuses de gazon*. On les a exploitées autrefois en beaucoup de points du bord nord du bassin.

Les dernières exploitations des coureuses de gazon, dans le Couchant de Mons, ont été celles de Sirault et de Wiers. A Sirault, on voit encore les ruines de la fosse St Hubert où, jusque vers 1868, on a péniblement tenté d'exploiter quatre veinettes de 0 m. 25 à 0 m. 40 d'épaisseur. Dans cette exploitation, on a rencontré un banc de schiste pétri de coquilles marines : *Productus carbonarius*, *Chonetes Laguessiana*, *Leptaena*, *Cardinia*, *Avicula*, *etc.*

Dans une carrière située à 1.600 mètres à l'ouest de la fosse de Sirault, on peut observer la superposition de l'assise *H1b* sur l'assise qui vient en dessous et que l'on désigne par *H1a*. Cette carrière, dite *Carrière Lebailly*, mérite que nous nous y arrêtions un instant. On y exploite des couches

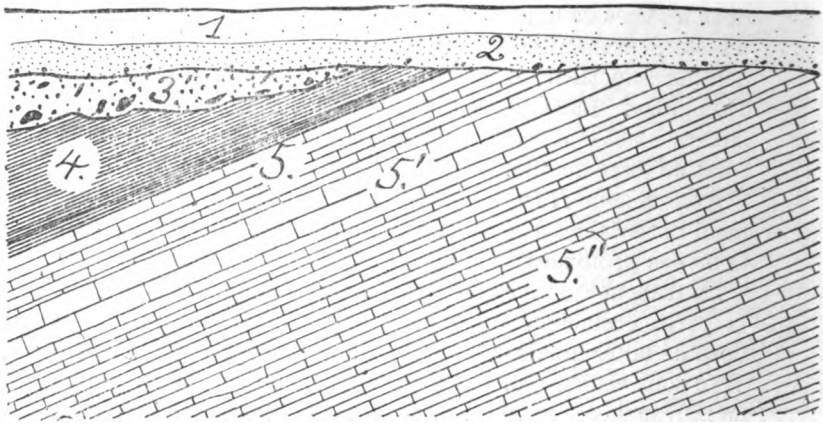


FIGURE 25. — *Coupe prise dans la carrière Lebailly, à Hautrages (Bruyères).*

1 et 2. — Sables pleistocènes.
3. — Cailloutis base du Landenien.
4. — Schistes noirâtres (base de H1b).
5, 5', 5''. — Grès blancs à grain fin (sommet de l'étage H1a).

bien régulières, dirigées [1] N. 35° E. et inclinées 25° S.-E., d'un grès blanchâtre à grain extrêmement fin (fig. 25, 5, 5', 5''). La finesse de la roche est telle, qu'on l'a quelquefois qualifiée de phtanite. (Voir plus loin.) Si elle atteint la pureté chimique du phtanite décoloré, elle n'en a pas la texture microscopique. D'ailleurs, l'examen à la loupe, ou même à l'œil nu, suffit à montrer que l'on a bien affaire à un grès.

La roche est stratifiée en bancs minces, oscillant autour d'une épaisseur moyenne de 0 m. 10, séparés par des joints *(joints de stratification)* bien plans, et aisément séparables. Ces petits bancs sont coupés de joints transversaux ou obliques, également plans.

Sur la cassure, on reconnaît que chacun de ces bancs est finement straticulé en minces lits ondulés ou obliques, d'un blanc plus ou moins mat.

Çà et là, on trouve entre les bancs une très mince zone schistoïde blanche, tendre, d'apparence argileuse, mais également de nature siliceuse.

Enfin, la coupe présente quelques bancs plus épais, atteignant 1 m. 00 de puissance, d'un grès plus fin encore, mi-translucide, à cassure subconchoïde (5').

Toutes ces roches sont absolument privées de fossiles, et si nous les rencontrions en un affleurement isolé, il pourrait être difficile de déterminer leur *âge*, c'est-à-dire leur position dans la série des terrains. C'est un cas qui se présente parfois, même dans des régions aussi bien connues que la Belgique, et, à plus forte raison, dans les pays dont l'exploration géologique est moins avancée. Toutefois, dans le cas qui nous occupe, à défaut d'indices paléontologiques, nous

[1] La *direction* d'une couche inclinée ou verticale est l'orientation de l'intersection de cette couche, supposée réduite à un plan, avec le plan horizontal. L'*inclinaison* se mesure par l'angle aigu que forme le plan de la couche avec le plan horizontal. Elle varie entre 0° (couches horizontales) et 90° (couches verticales).

possédons, comme nous allons le voir, assez de données stratigraphiques pour arriver à fixer leur place dans la succession des terrains. En d'autres termes, nous pouvons établir que ces grès blancs forment des couches intercalées dans une succession de couches dont l'âge est connu.

Les grès blancs qui viennent d'être décrits appartiennent à l'assise la plus basse *(H1a)* du terrain houiller inférieur et sont situés au sommet de cette assise. Dans la carrière Lebailly, ils ont une douzaine de mètres d'épaisseur. Les travaux n'en atteignent pas la base ; nous verrons cette base dans une autre carrière, à 1300 mètres plus à l'est. Par contre, on en voit, ici, très nettement le sommet.

A distance, on voit les roches blanches surmontées par des couches de teinte foncée en parfaite concordance avec elles. En y regardant de plus près, on constate que les grès blancs passent, vers le haut, à des roches de même nature et de texture analogue, mais de teinte grise ou noirâtre. Dans la zone de transition, la roche est panachée de couleurs rouge vif, jaunes ou brunâtres, se présentant en zones parallèles minces qui donnent lieu, sur la cassure, à des apparences rubanées très curieuses. Ce sont là des *phènomènes de décoloration* et ils semblent montrer que les grès blancs proviennent de la décoloration de grès gris ou noirâtres, par les agents météoriques probablement.

Au-dessus des grès non décolorés, viennent des schistes arénacés et micacés, presque des psammites, altérés sur place, *pourris*, transformés en une argile sableuse noire. Ces schistes représentent la base de l'assise à coureuses de gazon *(H1b)*. C'est à une vingtaine de mètres, normalement à la stratification, au-dessus des grès blancs, que se trouve la première des veinettes exploitées autrefois à la fosse de Sirault.

Avant de quitter la carrière Lebailly, faisons remarquer la *discordance de stratification* existant entre les couches

houillères et le gravier base du Landenien (fig. 25, 3) qui les recouvre. A cette discordance, correspond une *lacune* stratigraphique dont nous pouvons apprécier l'étendue d'après ce que nous avons appris jusqu'ici.

Les grès houillers blancs qui viennent de nous occuper sont extraits pour la fabrication des produits réfractaires [1]. Un grand nombre d'exploitations, par puits et par carrières, existent dans la région comprise entre le Rond du Bois de Ville et le voisinage de la fosse de Sirault [2]. Ces exploitations jalonnent la zone d'affleurement des grès blancs, et si l'on en parcourt la série, on voit la direction des couches varier considérablement sur des distances très courtes. En reportant ces données sur la carte, on constate que les couches, à proximité des étangs de Sirault, sont dirigées à peu près de l'est à l'ouest, ce qui correspond à l'allure générale des assises houillères de la région. Mais un peu plus à l'ouest, elles se dirigent vers le nord-ouest, puis décrivent une courbe à concavité sud, pour pénétrer dans la carrière Lebailly avec une direction voisine de nord-sud. A l'extrémité de cette carrière, la direction change de nouveau et les couches se dirigent vers le Rond du Bois de Ville, dans le sens S. 73° W.

Nous retiendrons de tout cela que, dans nos terrains primaires, les couches inclinées peuvent modifier leur direction sur des distances très courtes et que, par conséquent, leur tracé sur la carte peut être indiqué par des lignes très flexueuses.

A proximité de l'ancienne fosse St-Hubert, sur le flanc oriental de la vallée du ruisseau de Sirault, se trouve une

[1] Les industriels les appelent *silex*. C'est leur présence dans cette région, jointe à celle des argiles bernissartiennes (v. p. 81) qui a amené la création des nombreuses fabriques de réfractaires de la région d'Hautrages, Tertre, Saint-Ghislain, etc.

[2] Les grès blancs se retrouvent plus à l'est, près de la station de Villerot, où ils ont aussi été exploités.

exploitation que nous appelerons la *Carrière du bois des Nonnes*. On en extrait les mêmes grès qu'à la carrière Lebailly. Les roches blanches sont dirigées N. 75° W. et inclinées 35° S. L'excavation ne montre pas les couches schisteuses dans lesquelles a été creusé le puits Saint-Hubert [1], mais, par contre, on peut observer ici le substratum des grès blancs. Il consiste en grès peu différents, comme grain, des précédents, mais de teinte noir grisâtre ; le passage se fait par des lits zonés de gris et de noir.

Si, partant de la carrière du Bois des Nonnes, nous marchons vers le nord en suivant à flanc de côteau le versant oriental du vallon, dans l'espoir de rencontrer les couches qui, vu le pendage sud, doivent exister sous celles de la carrière, nous ne trouvons, sur un espace d'environ 400 mètres, aucun affleurement naturel, ni aucune excavation qui nous permette de reconnaitre, d'une façon nette, la nature du sous-sol. C'est là un cas qui se présente à chaque instant dans l'étude d'un pays et, spécialement, dans le lever des cartes géologiques. La méthode la plus rationnelle serait de creuser des trous ou de pratiquer des sondages, mais comme nous savons que nous sommes sur des terrains inclinés, nous devrions, pour en reconnaître toute l'épaisseur, pratiquer, en réalité, une longue tranchée ou une série de sondages rapprochés. Or, ces travaux demandent beaucoup de temps et sont très coûteux, du moins dans les roches dures [2]. En semblable occurence, le géologue peut souvent se tirer d'affaire en utili-

[1] Un bouveau creusé vers le nord, au fond du puits Saint-Hubert, a rencontré les grès blancs gisant en concordance sous les couches à coureuses de gazon.

[2] Dans les régions formées de terrains meubles (limons, sables, argiles, etc.), le géologue cartographe a intérêt à s'aider de fréquents sondages qui, généralement, n'ont pour but que de se rendre compte de la nature du sous-sol, caché par des dépôts pleistocènes ou modernes.

sant les indices vagues offerts par la surface, en examinant les petits fragments rocheux épars sur le sol, ramenés par la charrue, les racines des arbres tombés, les lapins, voire même les taupes.

Dans le cas qui nous occupe, en suivant le versant de la vallée et examinant le sol avec attention, nous remarquons une grande quantité de menus fragments de roches siliceuses analogues aux grès gris foncé de la carrière précédente, puis nous les voyons changer d'aspect et ressembler de plus en plus aux roches que nous allons voir *in situ* dans la carrière suivante.

Cette carrière se trouve près du point où le chemin de Baudour à Stambruges traverse le ruisseau de Sirault, à l'endroit dit le *Moulin à papier*. Elle consiste en une petite excavation, voisine du chemin, entamant le versant oriental de la vallée. La paroi montre des roches de teinte noire en minces couches bien réglées, dirigées N. 75° W. et inclinées 25° S. Dans la partie inférieure de la coupe, on voit une épaisseur d'environ 4 mètres d'une roche partagée en petits lits réguliers ne dépassant pas quelques centimètres d'épaisseur, non divisibles en feuillets dans le sens de la stratification, mais morcelés par de nombreux joints transversaux. Sur la cassure fraîche, elle se présente comme une roche à grain extrêmement fin, compacte, d'aspect homogène, colorée en noir mat, très dure, non rayée par l'acier mais en gardant la trace, à arêtes non coupantes et parfaitement opaques.

Cette roche est le type du *phtanite* houiller ; elle est de nature exclusivement siliceuse, à peine additionnée d'une très petite quantité de matière charbonneuse qui lui donne sa teinte noire [1].

Au-dessus, vient une épaisseur égale d'une roche également noire mais beaucoup moins dure et indéfiniment fissile

[1] Le phtanite est exploité pour l'empierrement des chemins vicinaux.

en grands feuillets bien plans, parallèles à la stratification ; en outre, des joints parfaitement plans partagent la masse en blocs polyédriques irréguliers. C'est là le *schiste siliceux* qui, alternant avec le phtanite, constitue essentiellement la zone la plus basse *(H 1 a)* du terrain houiller inférieur. Dans la présente coupe, les schistes siliceux sont surmontés d'une nouvelle couche de phtanites analogues aux précédents.

A 400 mètres au nord de la carrière du Moulin à papier, sur le versant d'un petit vallon qui, venant du hameau des Cavins, rejoint celui du ruisseau de Sirault, on rencontre une autre petite carrière où l'on exploite les phtanites. Ils s'y présentent en minces lits craquelés, stratifiés horizontalement dans l'ensemble, mais tourmentés par des ondulations courtes.

On voit donc que l'inclinaison des couches primaires peut, comme leur direction, se modifier considérablement sur des distances très courtes.

En remontant le petit vallon dont nous venons de parler, nous ne tardons pas à arriver devant une autre carrière. C'est une petite exploitation sans importance ; cependant, elle va nous arrêter longtemps et nous allons en tirer une somme considérable d'enseignements.

Au premier coup d'œil, nous constatons que nous sommes ici sur des roches absolument différentes, que nous n'avions pas encore rencontrées jusqu'ici. Un four à chaux que nous apercevons sur le bord de l'excavation, nous permet de prime abord d'affirmer que nous avons affaire à du calcaire.

En effet, la *Carrière Coulon* nous permet d'apercevoir, pour la première fois, le *Calcaire carbonifère*, lequel constitue, à un point de vue plus général, l'*étage dinantien*.

Nous connaissions jusqu'ici, en fait de calcaires, différents types de craies, de tufeaux, de calcaires grossiers ; toutes ces roches sont plus ou moins friables et terreuses, à grain peu serré, en général peu denses. Ici, nous voyons une roche

très cohérente, très compacte, à grain très fin, lourde, sonore sous le marteau, en un mot une véritable *pierre*. C'est l'aspect sous lequel se présentent la plupart des calcaires des terrains primaires, exploités comme *pierres de taille* et comme *marbres*.

Le calcaire de la Carrière Coulon est d'un bleu très foncé, presque noir ; à l'état poli, ce serait du marbre noir. Cette teinte est due à une très petite proportion de matière charbonneuse finement divisée ; elle disparaît par la cuisson. A part cette matière colorante, la roche est formée par du carbonate de chaux très pur ; on en fait de la chaux grasse.

Dans une partie de la carrière, le calcaire est stratifié en bancs épais, nettement séparés les uns des autres par des *joints de stratification* visibles à distance. A distance aussi, nous voyons les couches de la roche exploitée traversées par des veines d'un blanc éclatant, atteignant par place plusieurs décimètres d'épaisseur, recoupant les bancs dans tous les sens et, le plus souvent, normalement à la stratification. Ces veines traversent, sans s'interrompre, les joints qui séparent les couches ; on voit immédiatement qu'elles n'ont rien de commun avec la stratification. La substance elle-même des veines forme une masse cristalline blanche qui, sous le marteau, se résout aisément en fragments rhomboédriques présentant un angle obtus de 105° 5′ ; cette substance fait une vive effervescence par les acides et, calcinée, elle fournirait de la chaux vive. Ce sont là les caractères que réunit le minéral appelé *Calcite*, c'est-à-dire le carbonate de chaux cristallisé ordinaire. En regardant les veines de plus près, on voit la calcite séparée par un joint très net du calcaire bleu foncé dans lequel elle est enclavée. Si l'on examine, sur ses différentes faces, un bloc de calcaire isolé, on constate facilement que les veines de calcite y remplissent des fentes, des fissures à parois écartées. On peut conclure de là que les veines de calcite sont postérieures au calcaire stratifié ; leur

substance a été apportée dans l'intérieur de fentes produites à travers les couches.

Dans une portion de la carrière Coulon, les veines de calcite sont tellement nombreuses et enchevêtrées, qu'elles forment un lacis compliqué qui rend la stratification très peu visible. En un endroit même, la calcite l'emporte sur le calcaire compact et celui-ci forme des blocs isolés, anguleux, empâtés dans la masse cristalline. C'est une sorte de *brêche*.

Dans une ancienne carrière de calcaire, dont on voit encore les vestiges au milieu du village de Sirault, la calcite d'une large veine était accompagnée d'une certaine quantité de *galène* ou *sulfure de plomb* (Pb S), qui a même fait l'objet d'une exploitation. C'était ce qu'on appelle un *filon métallifère*. Dans la carrière Coulon, on n'observe rien de semblable.

Revenant à cette carrière, faisons remarquer qu'on y observe plusieurs fentes semblables à celles que remplissent les veines de calcite, mais restées béantes. En quelques points du fond de l'excavation, on voit sortir de ces fissures plusieurs sources très abondantes d'une eau fraîche et limpide qui va alimenter un ruisseau voisin. De telles sources sont communes dans les vallées ouvertes dans les calcaires primaires, en général très fissurés ; elles ramènent au jour les eaux pluviales tombées sur les plateaux voisins. Si ces plateaux sont couverts d'un manteau continu de sable ou de limon, les eaux n'arrivent aux fentes du calcaire qu'après s'être débarrassées, par filtration, des impuretés ramassées à la surface du sol et elles peuvent convenir à l'alimentation. Mais il arrive que, le calcaire affleurant au sol, les eaux pluviales, après avoir ruisselé à la surface, s'engouffrent directement dans les fissures et entrainent, jusqu'à leur point de résurgence, les matières organiques et les microbes, souvent nuisibles, dont elles se sont chargées. Par conséquent, dans les pays où les calcaires affleurent sur de grandes surfaces, l'eau des sources est souvent suspecte, quelle qu'en soit la limpidité.

Bien que leur action soit lente et peu visible, les eaux souterraines jouent un rôle important dans la nature. Nous avons déjà eu l'occasion de parler des actions oxydantes, hydratantes et dissolvantes exercées par celles qui filtrent à travers les terrains perméables ; nous avons aussi signalé des dépôts de calcaire opérés à la surface du sol par certaines sources. L'eau d'origine météorique qui coule dans les fissures des calcaires tend, grâce à l'acide carbonique qu'elle entraine à l'état dissout, à en corroder les parois et à élargir des fentes primitivement très étroites. Dans la carrière Coulon, on peut constater que les parois des fentes béantes dont nous venons de parler portent les traces d'une telle corrosion. C'est de l'élargissement graduel, par dissolution lente, des parois des fissures, que prennent naissance les *cavernes* des terrains calcaires.

Mais que devient le carbonate de chaux que ces eaux entraînent en dissolution ? Dans certaines circonstances favorables, il se dépose près de l'émergence des sources, sous forme de *tufs* ; le plus souvent, il est entraîné aux rivières et à la mer.

D'après ce que nous venons de dire, nous pouvons entrevoir l'explication des veines de calcite que nous avons décrites plus haut. Elles pourraient être un dépôt formé par des eaux qui y ont circulé lentement dans les fentes de la roche. Mais le fait que ces fissures ont été remplies complètement et la présence fréquente de veines indépendantes, sans rapports avec les voisines, voire même de noyaux de calcite isolés, fait plutôt supposer qu'elle se sont remplies aux dépens d'eaux calcareuses circulant par porosité dans la roche et venant transpirer sur les parois des cavités. C'est ainsi d'ailleurs que se forment, sous nos yeux, les stalactites qui revêtent l'intérieur des grottes. Le remplissage des fissures, comme le revêtement des grottes, se serait donc opéré par *sécrétion latérale*.

On trouve mentionnée dans un vieil ouvrage, la présence à Sirault d'une *source thermale*, à 31° C. Quoique les plus âgés des habitants actuels du lieu n'en aient jamais entendu parler, le fait n'a rien d'invraisemblable.

On qualifie de *thermales* les sources dont la température est notablement supérieure à celle de la moyenne du pays. Ce sont des eaux ayant circulé à travers des masses rocheuses fissurées et qui, dans leur trajet souterrain, sont descendues jusqu'à des régions inférieures à leur point d'émergence. On les appelle parfois *sources ascendantes*, par opposition aux sources ordinaires ou *descendantes*. Comme, à partir d'une profondeur assez faible, la température du sol augmente à mesure qu'on descend (voir 2e partie), les eaux acquièrent, dans leur circuit vers le bas, une température plus ou moins élevée. Grâce à cette température, à l'acide carbonique dissout et à la pression sous laquelle elles se trouvent dans la profondeur, ces eaux enlèvent aux roches des principes minéraux qu'elles pourront, par la suite, déposer à la surface du sol. Les eaux thermales sont donc, le plus souvent, des *eaux minérales*.

On attribue aux eaux thermo-minérales un rôle important dans le remplissage des fissures par des minéraux pierreux et des minerais, c'est à dire dans la formation des veines et des filons métallifères. On admet que les eaux chaudes et minéralisées, remontant de la profondeur, déposent sur les parois des fissures les substances minérales dont elles sont chargées. On voit souvent, en effet, des sources thermo-minérales sortir de fentes filoniennes incomplètement remplies. Telle est la théorie de la formation des filons *par ascension*, que l'on oppose parfois à la théorie de la *sécrétion latérale*.

Quoi qu'il en soit, il était intéressant de faire remarquer que l'unique filon métallifère de la région coïncide justement avec la présence d'une source thermale à proximité.

La petite carrière Coulon n'a pas fini de nous occuper. Sur la paroi qui fait face à l'entrée, nous voyons le calcaire recouvert directement par du limon pleistocène plus ou moins remanié. En un endroit, le calcaire est creusé d'une grande cavité en forme de cône dont la base est à la surface, sous le limon, tandis que le sommet arrive à peu près au fond de la carrière. Ce cône renversé, rempli de matériaux que nous allons décrire, nous rappelle immédiatement les *poches* de « phosphate riche » que nous avons signalées à Mesvin, etc. (v. fig. 16) et, davantage encore, celle de la carrière de Bettrechies (fig. 20). C'est, en effet, comme dans ces deux cas, une *poche de dissolution*. Le calcaire carbonifère a été dissous par les eaux météoriques, et, comme il est relativement très pur, il n'a laissé comme résidu qu'une sorte d'argile, colorée en noir par la matière charbonneuse du calcaire et accumulée vers le fond de la cavité. Le restant de la poche est rempli par du sable glauconifère altéré, accompagné de cailloux de silex verdis, et dans lequel nous reconnaissons le Landenien.

Le Landenien a été *dénudé* dans la région où nous sommes, à l'époque pleistocène, mais la poche nous a conservé un *témoin* incontestable de sa présence. Les faits prouvent aussi très nettement que la formation de la poche est, au moins en grande partie, antérieure à la dénudation du Landenien.

Le calcaire de la carrière Coulon n'est pas fossilifère. C'est sa position par rapport aux phtanites houillers qui nous permet d'affirmer qu'il appartient à l'étage du calcaire carbonifère. La carrière est au nord des points où doit passer le prolongement des couches de phtanite signalées plus haut et les bancs de calcaire présentent, dans l'ensemble, une inclinaison sud qui les fait plonger sous ces phtanites.

A l'époque où l'on a ouvert la carrière, on a trouvé, dans la partie sud, les bancs de calcaires les plus élevés surmontés

par des phtanites, non pas stratifiés en minces lits comme ceux du Moulin à papier, mais en bancs massifs, d'aspect bréchoïde, caverneux, à cavités tapissées de petits cristaux de quartz. Ce sont les roches qui constituent l'extrême base du terrain houiller. On ne les voit plus en place, mais on peut en observer des tas de gros blocs aux abords de la carrière.

A quelques kilomètres vers l'ouest, à Blaton, nous retrouvons dans un grand nombre de carrières, presque toutes abandonnées, des calcaires rappelant celui de la carrière Coulon, inclinés au sud et occupant la même position par rapport aux phtanites houillers. En quelques points, on y trouve des fossiles, entre autres le *Productus giganteus* qui caractérise le sommet du calcaire carbonifère [1].

Le calcaire à chaux grasse de Blaton présente, dans certaines parties, un aspect particulier : il est formé par des blocs ou des fragments anguleux soudés ensemble, comme si la roche avait été broyée sur place puis recimentée. Cette *brêche* accompagne généralement le calcaire à *Productus giganteus* [2] ; son mode de formation est assez mal connu.

Dans certains bancs du calcaire de Blaton, on voit enclavés des noyaux de forme aplatie, épais de quelques centimètres, d'une roche très dure, noire, faisant feu au marteau et rappelant beaucoup le phtanite. Elle est de nature siliceuse, comme le phtanite, mais, quant au mode d'origine, elle est plutôt comparable au silex de la craie ; on l'appelle *chert*. Le chert est le silex du calcaire carbonifère.

Au nord de Blaton, s'ouvrent les nombreuses carrières de Basècles, où l'on exploite un calcaire noir à grain fin, très compact, sans fossiles, bien stratifié en grandes dalles, dont on fait des carreaux et de la chaux hydraulique. Les couches

[1] Les fissures du calcaire de Blaton sont très riches en très beaux cristaux de Calcite.

[2] La brêche de Waulsort et de Landelies, exploitée comme marbre, appartient au même niveau géologique.

du calcaire de Basècles sont uniformément inclinées au sud et plongent sous le calcaire de Blaton [1]. Nous avons donc continué à descendre la série, mais, à partir de Basècles, le calcaire carbonifère cesse d'être visible et nous devons interrompre nos observations sur ce méridien.

Dirigeons-nous vers l'est, en suivant la lisière nord du bassin houiller. Nous rencontrons en cours de route de nombreux affleurements de phtanites. Le plus intéressant est l'affleurement artificiel offert par une tranchée du chemin de fer de Bruxelles à Mons, à la traversée du bois de Ghlin [2]. Les roches qu'on y voit rappellent celles du Moulin à papier, à Sirault, mais, dans la partie inférieure de la coupe, on voit des phtanites en bancs plus épais, à texture plus compacte, à cassure conchoïde ou esquilleuse, à arêtes coupantes, translucides sur les bords, à éclat luisant ou résineux dans la cassure. Cette roche ressemble à du silex noir.

Au Camp de Casteau, sur le bord d'un ruisseau qui y prend naissance, les phtanites se montrent de nouveau. Ils ne sont visibles en place que sur un espace très limité, voisin d'un vieil aqueduc. Mais entre ce point et la lisière du bois, on trouve à la surface du sol un grand nombre de plaquettes d'un phtanite assez feuilleté, jaunies par altération, et présentant de nombreuses empreintes d'un fossile caractéristique du houiller inférieur, *Posidonomya Becheri*. Ces phtanites renferment de nombreuses empreintes végétales. On y a trouvé un *Productus* et un *Philipsia* qui semble être le dernier représentant du groupe des Trilobites.

La vallée de l'Eaubréchœul, aux abords des étangs de Saint-Denis, et les ravins qui y débouchent, présentent de nombreux affleurements des roches du terrain houiller inférieur. On les suit à peu près jusqu'à leur contact avec le calcaire carbonifère.

[1] Les couches de Basècles sont aussi exploitées à Quevaucamps et à Péruwelz.

[2] Entre les bornes kilométriques 52 et 53.

Le village de Casteau est bâti en partie sur le calcaire carbonifère dont on voit de nombreux affleurements en bancs inclinés au sud. C'est une roche bleu foncé ou noire, présentant par place des noyaux de chert. La *brêche* s'observe sous l'église et dans la partie encaissée du chemin de Thieusies.

Ces couches représentent l'assise à *Productus giganteus* de Blaton et de Sirault. Elles affleurent dans le vallon du ruisseau d'Eaubréchœul, en amont de Casteau.

A environ 300 ou 400 m. à l'est de la borne 45 de la route de Bruxelles, se trouve, sur les bords du ruisseau, un groupe de trois vieilles carrières. Dans celle qui est sur la rive droite et qui porte sur la carte le nom de *Carrière du Gouffre*, on voit un calcaire noir en bancs assez minces, accompagné de noyaux de chert, fortement incliné au sud. Il correspond au calcaire de Basècles et on en a fait, d'ailleurs, de la chaux hydraulique. Dans une des carrières de l'autre rive, on le voit plonger sous le calcaire de Casteau avec brêche.

A 200 mètres plus au nord, au hameau de la Saisinne, un escarpement qui borde une prairie, sur la rive droite du ruisseau, montre un calcaire gris clair, de texture très cristalline, où l'on trouve *Productus cora* et *Chonetes papilionacea*. C'est l'assise immédiatement inférieure au calcaire de Basècles.

A partir de ce point, le sous-sol cesse d'être visible et, en marchant vers le nord, on n'aperçoit plus le calcaire carbonifère avant d'atteindre les carrières de Neufvilles et de Soignies. Afin de combler la lacune qui se présenterait ici dans nos observations, nous allons nous transporter plus à l'est, dans la vallée du ruisseau de Mignault, à l'ouest de la gare de Marche-lez-Ecaussines, pour y retrouver l'assise qui vient immédiatement en dessous du calcaire gris à *Productus cora* de la Saisinne. On la trouve près de la ferme Plumat, où une petite carrière a été ouverte dans un calcaire

noir, compact, à veines et noyaux de calcite, sans fossiles. Il est en couches inclinées 10° sud.

En descendant, à partir de ce point, le ruisseau de Mignault jusqu'à la ferme Delcour, on voit des affleurements d'une roche toute particulière que nous rencontrons pour la première fois. C'est la *dolomie*.

Au point de vue chimique, la dolomie est un calcaire fortement mélangé de carbonate de magnésie[1]. Son aspect ne permet pas, en général, de la confondre avec le calcaire ; elle est brunâtre ou grise, grenue, cristalline, souvent friable et celluleuse à la surface des affleurements. De plus, elle se présente rarement en couches nettes.

En Belgique, la dolomie se rencontre dans le calcaire carbonifère et dans le Devonien supérieur (v. plus loin). On y doit voir le produit de la transformation d'un calcaire postérieurement à son dépôt ; en d'autres termes, la roche ne s'est pas *déposée* à l'état de dolomie ; elle provient de la modification chimique d'un calcaire par une substitution opérée, probablemént, par des eaux magnésiennes. La dolomitisation a eu pour effet de changer la texture intime des calcaires, d'en faire disparaitre la plupart des fossiles et, ordinairement, d'en effacer la stratification.

Dans le calcaire carbonifère, la dolomie peut exister dans diverses assises, mais elle se présente surtout à la partie moyenne de l'étage, dans l'assise qui vient en dessous des calcaires gris à *Productus cora* ; elle y est à peu près constante. C'est le niveau de la *Grande dolomie* ou *Dolomie de Namur*.

[1] Le minéral *Dolomite* a pour composition (Ca Mg) CO_3 avec une prédominance presque constante de la chaux sur la magnésie. Dans les roches appelées *Dolomies*, la composition varie entre celle de la Dolomite normale (Ca Co_3 + Mg Co_3) et celle de simples calcaires magnésiens renfermant 4 à 5 % de Mg Co_3. En réalité, nos dolomies sont des calcaires fortement magnésiens ; elles sont formées par un agrégat de grains cristallins de Calcite et de Dolomite.

La dolomie que nous venons de signaler appartient à cette assise[1].

Continuant à suivre vers le nord le ruisseau de Mignault, nous passons sous le chemin de fer de Gand à Charleroy et nous arrivons aux Carrières de Malon-Fontaine. On y exploite, pour la fabrication de la chaux, des calcaires noirs en bancs peu épais, légèrement inclinés au sud, avec cherts noirs dans la partie supérieure[2]. Les fossiles sont ici plus nombreux que dans les assises précédentes. On voit apparaître avec une certaine abondance les Spirifères (*Spirifer Konincki*, etc.), genre richement représenté dans le calcaire carbonifère inférieur, tandis que les *Productus* caractérisent plutôt les assises supérieures à la Dolomie.

Nous faisons encore quelques pas et nous entrons dans la région des Carrières des Écaussines, où l'on exploite activement le calcaire qui porte communément le nom de *petit granite*. Cette roche, qui n'a rien de commun avec le granite proprement dit, est le type des *calcaires à crinoïdes* ou *calcaires encrinitiques*, remplis et parfois presque exclusivement formés par des fragments spathiques de crinoïdes[3] qui lui donnent, sur la cassure, un aspect grossièrement grenu et miroitant rappelant, de très loin, celui des roches feldspathiques granitoïdes. Ces fragments de crinoïdes sont accompagnés de débris de coraux, de coquilles diverses, etc. Dans les calcaires qui accompagnent au-dessus et en dessous le petit granite proprement dit, les fragments de crinoïdes

[1] La Dolomie joue un rôle important dans le calcaire carbonifère de la vallée de la haute Dendre, entre Lens et Mévergnies (*Dolomie de Brugelette*).

[2] C'est le niveau des marbres noirs de Dinant.

[3] Les Crinoïdes sont des Echinodermes dont le squelette calcaire était porté sur un long pédicule fixé au sol et formé de disques empilés. Comme chez les autres Echinodermes (Oursins, etc.), le squelette des crinoïdes prend, en se fossilisant, la structure cristalline, spathique, de la calcite.

sont disséminés en proportion variable dans une pâte de calcaire compact.

Voici, en quelques mots, comment se présente le gisement du petit granite des Écaussines.

L'ensemble des couches est incliné au sud, conformément à l'allure que nous avons trouvée depuis le terrain houiller, sous un angle d'environ 15°. La direction générale est très voisine de est-ouest.

Les couches les plus élevées que montrent les carrières à petit granite sont des calcaires en bancs minces, remplis de gros polypiers *(Cyathophyllum)* et impropres à la taille ; ce sont les *raches* des carriers. Elles recouvrent une épaisseur de 4 à 5 mètres de gros bancs donnant des pierres de seconde qualité, de teinte foncée. Sous cette zone, se présente un lit de 0 m. 10 à 0 m. 20 d'épaisseur d'un schiste pyriteux, généralement décomposé en argile, qui porte le nom de *délit à la terre.*

Le délit à la terre est un repère important, car il marque constamment le toit de la partie la plus riche du gisement. C'est immédiatement en dessous que se présente le petit granite de première qualité, formant une douzaine de bancs d'une épaisseur totale de 11 à 12 mètres.

En dessous de cette série, on trouve le *gros banc*, épais de 5 m. 30 et partagé, par des joints ondulés, en quatre bancs secondaires, dont le plus épais a 3 m. de puissance et qui ne fournissent que des pierres de deuxième ordre. Puis viennent successivement, un banc de 1 m. 10, un banc de 1 m. 50, puis un banc de 0 m. 60, et enfin un banc de 3 m., qui ne donnent que des matériaux médiocres et terminent le gite de la pierre de taille [1].

Les fossiles sont assez abondants dans le petit granite et

[1] Les carrières de Soignies et de Neufvilles présentent une coupe analogue à celle des Écaussines. Le petit granite est exploité également à Maffles, à Feluy-Arquennes, dans la vallée de l'Ourthe, dans celle du Houyoux, etc.

les bancs voisins ; on en trouve beaucoup dans les parties altérées (bousin) au contact du terrain de recouvrement. Ce sont surtout des Spirifères *(Spirifer Konincki, Athyris lamellosa*, etc.), des Evomphales, des tiges de crinoïdes, des polypiers *(Cyathophyllum, Lithostrotion*, etc.), des dents de poissons, etc.

Dans la vallée de la Sennette, le calcaire carbonifère des Écaussines n'est recouvert que par les limons pleistocènes, mais dès qu'on s'éloigne de la rivière, on voit l'argile ypréesienne, à travers laquelle s'est creusée la vallée, apparaître au-dessus du calcaire. Le Landenien fait défaut dans ces environs.

Dans beaucoup de carrières des Écaussines, de même qu'à Soignies et à Neufvilles, le calcaire est creusé de grandes *poches de dissolution* (v. p. 145) remplies d'argiles, sables et lignites d'âge bernissartien.

Au nord de la région des calcaires, les assises inférieures aux couches à petit granite ne sont guère visibles. Elles consistent en alternances de bancs minces de calcaire à crinoïdes avec des calcaires très argileux et schistoïdes *(Calcschistes)* et des schistes argileux. Ces couches, caractérisées par le *Spirifer tornacensis*, terminent le calcaire carbonifère ou Dinantien et, en même temps, le *Système carbonifère*.

Dans une vieille carrière située au nord des Écaussines, on voit les calcschistes de la base du calcaire carbonifère reposer sur des couches de roches gréseuses (grès et psammites) qui ont fourni les pavés dits des Écaussines et, en outre, des dalles, des pierres à aiguiser, etc. Ce sont les *psammites du Condroz* ; ils représentent ici l'étage *famennien*, le plus élevé des étages du système *devonien* [1] qui vient, dans la série des terrains primaires, immédiatement sous le système carbonifère.

[1] Comté de *Devon*, Angleterre.

Si nous continuions à suivre la vallée de la Sennette, nous rencontrerions, jusqu'à Ronquières, la série des assises devoniennes qui succèdent, en descendant l'échelle des terrains, aux psammites famenniens de la carrière précédente. Mais, afin de trouver une coupe plus complète et plus démonstrative que celle que nous offrirait la vallée de la Sennette, nous allons de nouveau nous déplacer vers l'est et nous transporter à Jemeppe-sur-Sambre, localité située sur le terrain houiller productif. Là, débouche un ruisseau descendant du nord, l'Orneau, dont la vallée présente une coupe presque ininterrompue dans les assises carbonifères et devoniennes du bord nord du bassin houiller.

Remontons la vallée de l'Orneau et croisons, sans nous arrêter, les trois assises du terrain houiller inférieur et le calcaire carbonifère ; ils forment ici des bandes qui sont les prolongements de celles que nous avons étudiées plus à l'ouest. Nous nous arrêterons d'abord un peu au-delà du château de Mielmont, dans une tranchée du chemin de fer de Tamines à Gembloux, où l'on voit le contact du calcaire carbonifère sur l'étage famennien.

La base du calcaire carbonifère est ici représentée par des schistes noirâtres renfermant *Spiriferina octoplicata*. En dessous viennent quelques mètres de *psammites du Condroz* puis des schistes, les *schistes de Famenne* formant avec les psammites l'étage *famennien*.

A l'est de la région de l'Orneau, les schistes de Famenne renferment des couches minces d'*oligiste oolithique*[1] qui ont été ou sont encore exploitées comme minerai de fer à Marchovelette, Ville-en-Waret, Vezin, Couthuin, etc. Ces lits de minerai sont interstratifiés dans des schistes violets. Ils nous présentent un bel exemple de *gîte métallifère d'origine sédimentaire*.

[1] L'oligiste a pour composition Fe_2O_3.

Dans la vallée de l'Orneau, les schistes de Famenne sont réduits à une faible épaisseur. A leur base, commence l'étage *frasnien* lequel, avec le *Famennien*, constitue le *Devonien supérieur*.

Le Frasnien, dans la vallée de l'Orneau, présente de haut en bas, c'est-à-dire en marchant du sud au nord, la succession des assises de Franc-Waret, de Rhisnes, de Bovesse et de Bossières, dont l'ensemble s'incline au sud en conformité avec le Famennien et le Carbonifère.

En contact avec les schistes de Famenne, on observe, dans la tranchée précédente, les schistes jaunâtres de l'*assise de Franc-Waret*. Puis, l'*assise de Rhisnes* commence par des bancs calcaires (*Calcaire de Fanué*) ; elle se poursuit, dans la tranchée suivante, par les couches du *Marbre noir de Golzinne*[1], reposant sur des bancs de *Calcaire noduleux de Rhisnes*[2], avec *Spirifer Verneuili*, *Leptaena ferquensis*, etc., au-dessous desquels viennent des schistes verdâtres.

L'*assise de Bovesse* est constituée par des schistes argileux, des calcaires noirs et de la dolomie. Les calcaires sont intercalés en bancs continus ou noduleux dans les schistes ; la dolomie est en masses isolées au milieu des schistes et forme souvent des rochers très caractéristiques.

Enfin, le Frasnien se termine par les schistes verdâtres de l'*assise de Bossières* avec *Spirifer Malaisi*, etc.

Encore quelques pas vers le nord et nous atteignons le *Devonien moyen*, représenté ici uniquement par l'étage *givétien*.

Le Givétien de la région comprend à la partie supérieure les *roches rouges de Mazy* (schistes, grès, poudingues, calcaires impurs) et, en dessous, le *Calcaire d'Alvaux* avec

[1] C'est un calcaire noir à grain très fin, à cassure conchoïde, stratifié en bancs minces passant au calcschiste. Il est exploité dans de nombreuses carrières sur le territoire de Mazy et de Bossières.

[2] Exploité pour chaux hydraulique à Rhisnes, etc.

le *Stringocephalus Burtini*, fossile caractéristique de l'étage.

Le calcaire d'Alvaux se voit à la carrière Burtaux, située en face du hameau d'Alvaux. Cette carrière présente à son sommet des calcaires noduleux très fossilifères (*Spirifer pentameroïdes*, etc.) qui surmontent des calcaires bleus intercalant des calcschistes fossilifères, (débris de poissons, *Spirifer unguiculus*, Murchisonies, etc.). A la base, viennent des *macignos*, c'est-à-dire des sortes de psammites très calcareux ou de calcaires gréseux, renfermant *Stringocephalus Burtini*, des traces de végétaux (*Lepidodendron Gaspianum*, etc). Ces macignos sont ici exploités comme pierre à pavés.

La carrière ne montre rien d'inférieur à ces couches. Mais à environ 600 mètres plus au nord, le relèvement général des assises amène au jour la base du Givétien. Dans un chemin creux qui remonte le flanc oriental de la vallée de l'Orneau, affleure un poudingue rougeâtre à petits éléments, surmonté d'un grès ferrugineux fossilifère, l'ensemble formant des couches inclinées à environ 10° vers le sud. C'est le *Poudingue d'Alvaux*, le terme le plus ancien de la série devonienne du nord du bassin houiller [1].

Sous les bancs de poudingue, on voit des schistes verdâtres et jaunâtres en couches verticales, de direction voisine de nord-sud. Nous sommes donc ici en présence d'une discordance de stratification très manifeste.

Les schistes que surmonte le poudingue d'Alvaux appartiennent au *Système silurien* [2], lequel se place dans l'échelle de nos terrains primaires, immédiatement sous le Devonien. Mais, pour voir des roches siluriennes bien caractérisées, nous devons continuer à marcher vers le nord en remontant la vallée.

[1] Nous verrons plus loin que, dans d'autres parties du pays, le Devonien ne se termine pas là.

[2] *Siluri*, ancienne peuplade d'Angleterre.

Au-delà du confluent du ruisseau de Lonzée, dans le bois de Chênemont, le chemin de fer de Tamines à Gembloux passe dans une grande tranchée ouverte dans le versant oriental de la vallée. On y voit des schistes siluriens nettement divisés en feuillets inclinés fortement au midi. A première vue, on pourrait croire que ces feuillets sont des couches, mais en y regardant de plus près, ou plutôt en examinant à distance les parois de la tranchée, on voit que les schistes sont, dans l'ensemble, disposés en bancs épais formant une voûte, un anticlinal surbaissé ; les feuillets correspondent à une sorte de *clivage* qui, restant parallèle à lui-même, alors que les couches sont plissées, se trouve être, selon les endroits de la coupe, plus ou moins oblique ou même perpendiculaire à la stratification. Cette espèce de fausse stratification s'appelle le *clivage schisteux* ; elle est, pour ainsi dire, générale dans les schistes siluriens et nous la retrouverons aussi dans certaines parties du Devonien inférieur. On l'attribue à des compressions intenses, normales aux plans de clivage, auxquelles les schistes ont été soumis et on l'imite assez bien par l'expérience.

Les schistes de la tranchée de Chênemont appartiennent à la partie supérieur du Silurien, dont on fait l'étage *gothlandien* [1]. On le revoit un peu plus au nord, dans une carrière voisine d'une vieille poudrière, un peu à l'ouest de la voie ferrée. On trouve en ce point *Monograptus priodon*, un représentant du groupe des *Graptolithes*, organismes généralement rattachés aux Cœlentérés Hydroïdes et qui sont les fossiles les plus caractéristiques du Silurien.

Négligeant, malgré leur grand intérêt, une série d'autres affleurements, nous continuons, à partir de la poudrière, à remonter l'Orneau et nous arrivons bientôt au village de Grand-Manil, aux portes de Gembloux. Dans une petite carrière voisine de la rivière, se présentent des schistes grossiers, quartzeux, renfermant, par places, d'assez nom-

[1] Ile de *Gothland*, dans la Baltique.

breux fossiles : *Orthis Actoniae*, *O. calligramma*, *Calymene incerta*, *Trinucleus seticornis*[1] etc., etc. Nous sommes ici dans l'étage *ordovicien*[2], qui forme la partie moyenne du Silurien.

A partir de Gembloux, nous quittons la vallée de l'Orneau et, suivant le chemin de fer de Namur à Bruxelles, nous franchissons les hauteurs qui séparent le bassin de la Sambre de celui de la Dyle.

Ces hauteurs sont occupées par le Bruxellien, qui cache les terrains primaires, mais au-delà de la station de Chastre, nous arrivons à la vallée de l'Orne, affluent de la Dyle. Cette vallée, s'encaissant de plus en plus, ne tarde pas à faire apparaître le Primaire ; elle nous mène à Blanmont, où plusieurs carrières à pavés nous montrent des sortes de grès très compacts, ordinairement blanchâtres, disposés en masses épaisses mal stratifiées mais fissurés dans tous les sens. La roche, considérée de plus près et, surtout, examinée au microscope, se présente avec des caractères qui la différencient nettement des grès proprement dits. Les grains quartzeux qui la constituent, au lieu d'être simplement *collés* les uns aux autres par un ciment intermédiaire, sont, pour ainsi dire, fondus entre eux à leur contact, de façon à former une masse homogène. Quand on brise la roche, la cassure passe au travers des grains, au lieu de les séparer comme dans un grès. Il en résulte qu'elle a souvent une cassure d'aspect conchoïde et d'éclat vitreux, comme le quartz. Une telle roche s'appelle un *Quartzite*.

Le quartzite de Blanmont appartient au Silurien inférieur, ou étage *cambrien*[3]. C'est le terrain le plus ancien que nous possédions en Belgique. On n'y trouve pas de fossiles, mais des roches schisteuses qui font partie du même étage et que l'on rencontre à Mont-St-Guibert, non loin de Blanmont, renferment des empreintes d'origine douteuse appelées

[1] Les *Calymene* et les *Trinucleus* appartiennent au groupe des Crustacés Trilobites, éminemment caractéristiques du Silurien, mais dont quelques représentants s'élèvent dans le Devonien et même dans le Carbonifère jusqu'à la base du terrain houiller (v. page 147).

[2] *Ordovices*, ancienne peuplade anglaise.

[3] *Cambria*, Pays de Galles.

Oldhamia radiata qui, quelle que soit leur nature, caractérisent le Cambrien.

Le Cambrien continue à être visible dans la vallée de l'Orne, puis dans celle de la Dyle jusque non loin de Wavre, puis il disparaît définitivement sous les terrains tertiaires. En aval, à Louvain, on ne l'a atteint que sous 170 mètres de Tertiaire et de Crétacique.

Le tableau suivant résume les notions acquises dans le présent paragraphe sur la série des couches qui se succèdent du sud au nord à partir de l'axe de notre bassin houiller. (Voir aussi la fig. 26.)

Système carbonifère	Westphalien	H 2.	Terrain houiller productif.
		H 1.	H 1 c. — Assise du poudingue houiller.
			H 1 b. — Assise des *coureuses de gazon*.
			H 1 a. — Assise des phtanites.
	Dinantien	Viséen	Calcaire de Blaton, Sirault, Casteau.
			Calcaire de Basècles et Thieusies.
			Calcaire de la Saisinne.
			Calcaire de Mignault ; Dolomie.
			Calcaire de Malon-Fontaine.
		Tournaisien	Petit granite, etc.
			Calcaires, calcschistes, etc.
Système devonien	Supérieur	Famennien	Psammites du Condroz.
			Schistes de Famenne.
		Frasnien	Assise de Franc-Waret.
			» de Rhisnes.
			» de Bovesse.
			» de Bossières.
	Moyen	Givétien	Roches rouges de Mazy.
			Calcaire d'Alvaux.
			Poudingue, etc., d'Alvaux.
		Lacune	
	Inférieur		(Lacune.)

Système silurien
- **Gothlandien**. Schistes à *Monograptus priodon*, etc.
- **Ordovicien**. Schistes à *Orthis Actoniae*, etc.
- **Cambrien**
  - Schistes à *Oldhamia*.
  - Quartzites de Blanmont.

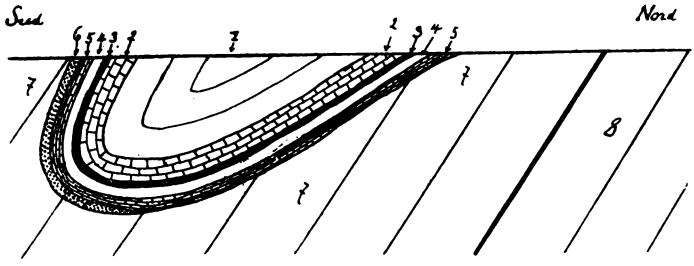


FIGURE 26. — *Coupe schématique du bassin devono-carbonifère de Namur.*

1. — Terrain houiller.
2. — Calcaire carbonifère.
3. — Famennien.
4. — Frasnien.
5. — Givétien.
6. — Couvinien.
7. — Silurien (supérieur et moyen).
8. — Silurien inférieur (Cambrien).

§ 15.

Dans le paragraphe précédent, nous avons passé en revue, dans l'ordre descendant, la série des étages géologiques que l'on rencontre du côté nord du bassin houiller. Nous avons constaté que ces étages, du terrain houiller à la base du Devonien, sont disposés en couches uniformément inclinées vers le sud et plongeant, par conséquent, sous le bassin houiller.

Cette épaisse série semble ainsi former le flanc septentrional d'un vaste synclinal. Par analogie avec ce que nous a montré la coupe des terrains crétaciques du bassin de la Haine, nous pouvons nous demander si, au sud du bassin houiller, nous n'allons pas trouver le flanc méridional de ce synclinal, c'est-à-dire rencontrer, en marchant vers le sud, une succession analogue à celle qui a été décrite au § 14.

Revenons donc au point de départ du début du § 14, c'est-à-dire dans l'axe du bassin houiller du Couchant de Mons et, supposant le manteau de morts terrains enlevé, acheminons-nous vers le sud.

Sur la structure du bassin houiller lui-même, les observations faites à la surface ne nous apprendraient que peu de chose en comparaison des renseignements que peuvent nous fournir les travaux d'exploitation. Ces travaux ont démontré, depuis longtemps, que la partie sud du synclinal houiller présente de grandes *irrégularités* dont la figure 24 donne une idée. Ce croquis montre que les couches les plus élevées du bassin, après s'être relevées en *plateures* régulières à partir de l'axe du synclinal, pour en former le flanc méridional (appelé *comble sud*), brusquement se redressent *en position renversée* et forment un *dressant* qui vient affleurer à la surface du massif houiller.

Plus au sud, ce premier dressant aboutit à une *fausse plateure*, suivie elle-même d'un nouveau dressant ; plus au sud encore, les alternances de dressants et de fausses plateures se répètent de plus en plus et donnent aux couches l'allure en zig-zag indiquée sur la figure 24.

On comprend aisément qu'un puits creusé dans cette région doit traverser alternativement des assises en position normale et des assises en position renversée. Les couches de houille qui se trouvent dans les parties renversées présenteront *leur mur au-dessus et leur toit en dessous*. Comme le toit et le mur d'une couche de charbon possèdent des caractères faciles à constater (v. page 128), le mineur pourra, dans

les puits et les galeries, distinguer les parties normales des parties renversées.

Nous connaissons déjà suffisamment de géologie pour comprendre que l'allure indiquée dans la partie gauche de la figure 24 ne peut être *primitive* ; que le renversement des couches sens dessus dessous, semblant infirmer le principe de superposition énoncé au début de cet exposé, ne peut être dû qu'à des phénomènes de déformation, de *dislocation* [1], postérieurs à la sédimentation. Si, de plus, nous faisons remarquer que les couches de grès, de schistes et de houille, aux angles qui séparent les dressants des fausses plateures, sont brisées, broyées, on comprendra aussi que ces dislocations ont dû avoir lieu à une époque où les roches houillères avaient déjà acquis leur consistance actuelle, c'est-à-dire où les sables, les argiles et les matières charbonneuses de l'époque houillère étaient déjà devenus des grès, des schistes et de la houille.

En examinant la coupe fig. 24, nous pourrions nous dire que la disposition générale du terrain houiller en synclinal peut être simplement due à un affaissement de la partie axiale. Mais les renversements et les plissements en zig-zag de la région méridionale ne peuvent être attribués qu'à une *poussée du sud au nord* qui a *chiffonné* les couches et rétréci de beaucoup la longueur primitive du bassin.

Ce que nous allons exposer va nous confirmer dans cette manière de voir.

Le terrain houiller productif *(H 2)* est visible au jour dans la partie méridionale du Borinage, aux environs de Pâturages, Wasmes, Warquignies, Dour. Les vallons encaissés des ruisseaux de Colfontaine, de Wasmes, etc., en montrent de nombreux affleurements.

[1] Le mot *dislocation* est ici pris dans le sens général, étymologique (*dislocare*, déplacer , la dislocation comprenant à la fois les failles et les plis.

Remontons, à partir de Pâturages, le ruisseau de Colfonfontaine. Au sud du quartier du Cul-du-Qvau, nous passons à proximité de la fosse n° 3 du charbonnage du Grand Bouillon, où l'on exploite les couches les plus voisines de la base du terrain houiller productif. Non loin de là, dans un chemin creux, sur le flanc du vallon, on voit même affleurer deux de ces couches.

Nous pénétrons ensuite dans le bois de Colfontaine et, à 300 mètres au sud de la lisière, nous nous trouvons en face d'une excavation, l'ancienne carrière de la Baraque à Ramons (fig. 27*a*).

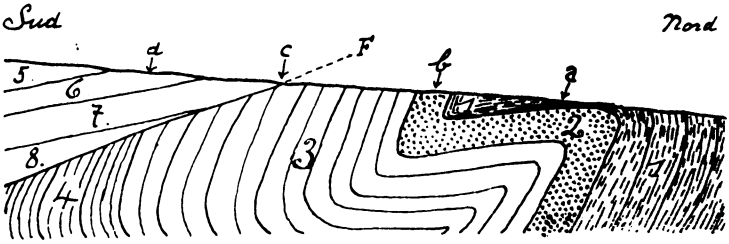


FIGURE 27. — *Coupe schématique montrant la région méridionale du bassin houiller du Couchant de Mons, dans le méridien de Wasmes.*

1. — Terrain houiller productif (H2).
2. — Poudingue houiller (H1c).
3. — Assise à coureuses de gazon (H1b).
4. — Assise des phtanites (H1a).
5. — Burnotien.
6. — Ahrien (grès de Petit-Dour).
7. — Hundsruckien (Psammites de Cauderlot).
8. — Taunusien.

F. — Grande faille du midi.

a, *b*, *c*, *d*. — Carrières mentionnées dans le texte.

Le poudingue houiller (*H1c*) est la roche que l'on y a exploitée. Il se présente ici, soit sous forme d'un grès grossier chargé de grains de feldspath altéré, soit sous forme d'un d'un poudingue à grain fin (ne dépassant guère le volume d'un pois) formé de fragments de quartz, de phtanite noir, de charbon, accompagnés de feldspath altéré. Il forme des bancs épais légèrement inclinés au sud. Nous sommes donc ici sur une des fausses plateures indiquées fig. 24. On ne voit pas les couches inférieures au poudingue, mais, dans la partie sud de la carrière, on le voit surmonté de schistes de l'assise du terrain houiller productif (*H2*), dans lesquels se trouve intercalée une très mince veine de charbon.

A environ 200 mètres plus au sud, une toute petite carrière ouverte dans le poudingue nous montre des bancs verticaux faisant partie du *dressant* qui fait suite à la plateure de la Baraque à Ramons (fig. 27*b*).

En continuant à remonter la vallée, nous voyons deci-delà se montrer les schistes de l'étage des coureuses de gazon (*H1b*). Ils sont bien visibles dans les tranchées d'une route qui croise la vallée à 850 mètres au sud de la lisière du bois.

A environ 150 mètres en amont de ce chemin, sur le flanc oriental du vallon, se trouve une excavation, reste d'une petite carrière dont les parois sont en grande partie éboulées, mais où l'on peut cependant encore faire des observations du plus haut intérêt. Nous l'appellerons la *Carrière du Cerisier* (fig. 27*c*).

Quand on pénètre dans l'excavation, on voit sur le talus de gauche, c'est-à-dire vers le nord, affleurer des schistes houillers *H1b* très décomposés. La stratification en est confuse, brouillée, comme si les couches avaient été broyées sur place.

En face, au fond de la carrière et sur la droite, se présentent des couches bien réglées, inclinées au sud, d'une sorte de grès micacé ou de psammite d'une teinte gris verdâtre foncé.

En continuant à remonter la vallée, on ne voit plus les

schistes houillers, mais on rencontre plusieurs autres affleurements de ces psammites verdâtres en couches modérément inclinées au sud.

Il est évident à première vue que ces psammites verdâtres ont une allure toute différente de celles des schistes houillers sur lesquels ils reposent dans la carrière. Il y a, entre les deux termes, une *discordance* très nette. Seulement, cette discordance est d'un genre tout particulier.

Ces observations faites, redescendons le ruisseau de Colfontaine jusqu'à son confluent avec le ruisseau de Wasmes, puis remontons de nouveau vers le sud en suivant la vallée de ce dernier. Sans nous arrêter à divers affleurements de roches de l'étage houiller productif dont nous pouvons, en plusieurs points, constater la disposition en couches verticales, nous arrivons bientôt à proximité de la fosse n° 1 du Bois de Saint-Ghislain. On y exploite les couches les plus inférieures du bassin.

Sur le versant opposé du vallon, se trouve un ravin étroit et encaissé où coule un ruisselet venant du sud. La partie inférieure de ce ravin est creusée dans le poudingue houiller en couches presque verticales, en *dressant* [1]. En remontant le ravin, nous arrivons bientôt dans une étroite coupure ouverte dans des schistes et, des psammites et, si nous cherchons à voir le contact entre ces roches et le poudingue, nous constatons qu'il se fait par une surface très nette inclinée à environ 80° vers le sud. Nous sommes donc ici en présence de couches en position renversée (fig. 27).

Continuant à suivre vers l'amont le lit du ruisseau de Wasmes, nous le voyons creusé sur une certaine distance dans les schistes et psammites de l'étage *H1b*. En un point où le ruisseau décrit une boucle qui lui fait entailler fortement

[1] Ce dressant est le prolongement vers l'ouest de celui qui vient d'être mentionné au sud de la Baraque à Ramons (fig. 27*b*).

le flanc oriental de la vallée, les schistes se présentent en stratification confuse, brouillée, comme à la carrière du Cerisier. Précisément en ce point, si l'on escalade le talus du vallon, on ne tarde pas à trouver, au-dessus des schistes houillers, des psammites verdâtres analogues à ceux de la Carrière du Cerisier.

Poursuivant notre marche vers l'amont, nous n'apercevons plus les schistes houillers, mais nous voyons les psammites verdâtres affleurer dans le lit du ruisseau, sur les versants de la vallée et dans les ravins latéraux, en couches régulièrement inclinées vers le sud. On les suit ainsi jusqu'au-delà de l'ancien moulin de Cauderlot. Nous appellerons ces roches les *Psammites de Cauderlot.*

Si nous réunissons, sur la carte, l'endroit où nous venons de voir apparaître les psammites verdâtres, au-dessus des schistes houillers, avec la Carrière du Cerisier, où nous avons fait la même observation, nous constatons que les deux points, distants de 2 kilomètres, sont situés sur une ligne dirigée de l'est à l'ouest. C'est selon cette ligne que se fait le contact des couches houillères fortement redressées avec les psammites verdâtres légèrement inclinées vers le sud. Au nord de la ligne, on ne voit que des roches houillères ; au sud, se montrent les psammites de Cauderlot.

La discordance observée d'abord à la carrière du Cerisier ne paraît donc pas être une particularité locale ; nous sommes en présence d'un accident étendu qui semble affecter une disposition linéaire.

Et en effet, plusieurs puits de mines situés plus à l'ouest [1] jusqu'à 7.500 mètres de la Carrière du Cerisier, ont traversé, avant de pénétrer dans le terrain houiller, des épaisseurs de 25 à 45 mètres de roches analogues aux psammites de

[1] Les puits n° 6, n° 2 et n° 8 de la concession de Belle-Vue, ainsi que le puits n° 1 de Longterne-Ferrand.

Cauderlot. Dans ces puits, on a pu constater que ces roches sont en contact avec le terrain houiller par une surface inclinée au sud de 18 à 25 degrés et qui vient affleurer au jour (ou sous les morts-terrains) à peu de distance au nord de l'orifice des puits, suivant une ligne qui est la continuation de celle que nous venons de mener.

Les travaux souterrains ont pénétré, vers le sud, à la profondeur de 376 mètres, jusqu'à plus de 500 mètres au-delà de cette ligne, ce qui montre que la limite superficielle du bassin houiller, sa limite sur la carte, est loin d'être sa limite réelle.

En somme, nous constatons, dans le sud du Borinage, que le terrain houiller, en couches fortement redressées et renversées, est surmonté par des roches d'autre nature, en couches inclinées au sud. Le contact entre ces roches et le Houiller se fait par une surface inclinée au midi.

Cette surface est celle de la *grande faille du midi.*

Par analogie avec ce que nous avons vu au § 11, on pourrait croire que le massif rocheux qui est au-dessus du terrain houiller et qui en est séparé pour un plan de faille incliné au sud, a glissé *en descendant* par rapport au massif houiller supposé fixe. Dans ce cas, les psammites de Cauderlot devraient avoir occupé, dans le principe, une position supérieure à celle du Houiller et être, par conséquent, plus récents que ce terrain.

Nous allons, dans ce qui suit, démontrer qu'il n'en est rien et que les psammites verdâtres sont, au contraire, beaucoup plus anciens que le Houiller.

Ils sont donc *remontés*, au lieu d'être descendus sur le plan de faille.

Une dislocation de ce genre s'appelle une *faille inverse* par opposition aux *failles normales* dont des exemples ont été donnés plus haut. (V. fig. 9, 10, 22 et 23.)

Revenons au moulin de Cauderlot, en face des affleurements des psammites gris verdâtres. Ces roches sont absolu-

ment sans fossiles ; elles ne peuvent donc pas, en elles-mêmes, nous éclairer sur leur âge. Nous devons procéder autrement pour arriver à établir leur position dans la série des terrains. C'est ce que nous allons nous efforcer de faire. Cependant, afin de pouvoir les désigner par un terme unique,disons ici qu'elles appartiennent au *Hundsruckien* ou partie moyenne de l'étage *Coblencien*.

Les psammites de Cauderlot étant inclinés vers le sud, nous pouvons supposer qu'en marchant dans ce sens, nous rencontrerons des couches qui leur sont supérieures. A 800 mètres environ au sud du Moulin de Cauderlot, nous trouvons les carrières de Petit-Dour (fig. 27*d*), où l'on exploite, pour en faire des pavés et du macadam, des grès à grain fin, très compacts, gris bleu clair à l'état intact, gris verdâtre ou jaunâtre à l'état altéré, stratifiés en bancs peu épais, inclinés au sud[1]. Dans les déblais d'un puits creusé non loin de là, nous acquérons la preuve que ces grès alternent avec des schistes gris bleu. Ces roches sont, comme celles de Cauderlot, dépourvues de fossiles. Elles appartiennent au sous-étage *ahrien* ou Coblencien supérieur.

A partir de Petit-Dour, la vallée du ruisseau de Wasmes, étant dirigée dans le sens est-ouest, ne nous montre pas de terrains supérieurs aux grès à pavés et, vers le sud, l'épaisseur du limon pleistocène cache le sous-sol primaire. Cependant, à Blaugies, à 1150 mètres au sud-ouest de Petit-Dour, un puits creusé près de la fabrique de sucre, nous montre que ce sous-sol est formé par des schistes rouges, avec intercalations de bancs de grès de même couleur. Nous sommes dès lors sur l'étage *burnotien* qui vient, dans la série des terrains, immédiatement au-dessus de l'Ahrien.

[1] Des grès du même niveau géologique que ceux de Petit-Dour sont exploités un peu à l'ouest, à Wihéries ; plus à l'est, on les exploite pour pavés à Haulchin, Thuin, Wépion-sur-Meuse, etc.

Quittant cette région peu propice aux observations géologiques, nous nous transportons à 7 1/2 kilomètres vers l'ouest, au village d'Angre, sur la Grande Honnelle ou Hogneau[1]. En remontant ce cours d'eau, puis l'un de ses affluents vers le sud, nous allons pouvoir observer une remarquable succession d'assises primaires à partir de l'étage burnotien.

En partant d'Angre et marchant vers le sud, on voit apparaître pour la première fois le Burnotien, à 300 mètres en aval de la passerelle qui traverse l'Hogneau près de l'ancien moulin des Halettes. Il se présente sous forme de schistes rouges affleurant dans le lit du cours d'eau et sur la berge gauche. Près de la passerelle, on voit les mêmes schistes affleurer à l'entrée du chemin creux qui monte vers Angreau, puis, en continuant à marcher vers le sud, on observe, sur les deux flancs de la vallée, un assez grand nombre d'affleurements de schistes et de grès rouges avec des schistes et des psammites verts. Les grès sont parfois chargés de feldspath altéré. On rencontre, en outre, plusieurs bancs intercalés, discontinus, de poudingue rouge à cailloux peu volumineux. Toutes ces roches, sans fossiles, appartiennent au Burnotien et sont inclinées au sud selon des angles atteignant 40°.

Les schistes burnotiens sont souvent divisés en grands feuillets grossiers obliques ou perpendiculaires à la stratification. C'est une sorte de *clivage schisteux* analogue à celui que nous avons déjà signalé dans le Silurien.

Un peu au-delà du sentier qui se dirige vers le château de Bargette, la vallée se resserre et est bordée des deux côtés par de grands rochers escarpés dont l'un fait une légère saillie en surplomb, *bique* au-dessus de la route ; de là vient le nom de ce site pittoresque, le *Caillou-qui-bique*.

[1] Nous traversons ainsi, sans nous y arrêter, la vallée de la Petite-Honnelle, qui présente depuis Athis jusque près d'Audregnies, une succession d'affleurements de schistes rouges et de grès burnotiens souvent exploités comme pavés. Le village de Montignies-sur-Roc est bâti sur ces roches.

Ces rochers sont des masses d'un poudingue formé de gros galets de grès noirâtres, gris, bruns, rouges, etc., accompagnés d'assez nombreux cailloux de quartz et réunis par un ciment gris brun.

La roche est divisée en trois bancs épais inclinés au sud à 20 ou 25°. Le banc inférieur a environ 10 mètres de puissance et est séparé du banc moyen par une zone de 12 à 15 mètres de schistes rouges. De même, le banc supérieur est séparé du moyen par quelques mètres de schistes rouges qui ne sont visibles que dans le lit de l'Hogneau [1].

Le *Poudingue du Caillou-qui-Bique* marque une limite géologique importante. Le Burnotien, avec le Coblencien qu'il surmonte, appartient au *Devonien inférieur*. Le Poudingue du Caillou-qui-Bique est considéré par les géologues belges comme formant la base de l'étage *Couvinien*, lequel est placé à la partie inférieure du *Devonien moyen*.

Au sud de Caillou-qui-bique, le Couvinien se continue par des couches fossilifères. Les roches qui se présentent d'abord sont des sortes de grès, de psammites et de schistes arénacés de teinte brune ou jaunâtre, renfermant, à certains niveaux, un grand nombre de fossiles exclusivement représentés par des moulages en creux. Ces roches, d'un aspect assez caractéristique, sont souvent réunies sous le nom de *grauwacke*. Ce sont, en réalité, des roches primitivement calcarifères, mais qui ont subi une altération prononcée dans les parties voisines de la surface du sol. C'est cette altération qui a enlevé le test des fossiles et n'en a laissé que le moulage. Dans les parties intactes, calcarifères, la grauwacke est une sorte de *macigno* gris bleu clair.

[1] Les bancs de schistes burnotiens sur lesquels repose le poudingue du Caillou-qui-Bique, présentent un clivage schisteux, presque perpendiculaire aux couches et à peu près vertical. Ils paraissent donc, à première vue, être vis-à-vis du poudingue en discordance de stratification très prononcée.

La grauwacke de la vallée de l'Hogneau présente de longs affleurements sur les deux rives et spécialement sur la rive droite. Elle est en bancs inclinés au sud de 10 à 12° [1]. Parmi les fossiles, les articles de crinoïdes se font remarquer par leur abondance ; on trouve en outre : *Spirifer arduennensis*, *Strophalosia productoides*, etc., etc.

A mesure que, marchant vers le sud, on s'élève dans la grauwacke, on la voit devenir calcareuse, passer à une sorte de macigno, avec des récurrences de grauwacke proprement dite. On arrive ainsi à une petite excavation où l'on voit du macigno et des schistes calcareux dans lesquels on trouve *Calceola sandalina*, fossile caractéristique du Couvinien supérieur, et en outre : *Atrypa reticularis*, *Orthis striatula*, *Athyris concentrica*, avec beaucoup de polypiers.

En ce point, le talus d'un grand remblai de chemin de fer arrive jusqu'à la route et cache absolument le flanc de la vallée. Dans l'espace caché par ce talus, se trouvent des calcaires en bancs minces, avec calcschistes, autrefois exploités dans une petite carrière et où l'on a recueilli *Calceola sandalina*, etc.

On arrive ensuite en face d'une grande carrière (Carrière de la Fosse) montrant une haute section dans des bancs épais de calcaire bleu foncé, dirigés de l'est à l'ouest et plissés en un large synclinal.

Nous retrouvons, dans ce calcaire, un fossile que nous avons déjà rencontré ailleurs, le *Stringocephalus Burtini*, caractéristique du calcaire givétien (v. p. 155).

A partir de ce point, nous retrouvons les terrains mentionnés, dans l'ordre descendant, dans la coupe de la vallée de l'Orneau et que nous allons ici énumérer en sens inverse. Nous

[1] On a essayé de faire des pavés avec les bancs gréseux de la grauwacke. Certaines parties très altérées, friables, jaunes, blanches ou bigarrées, ont été exploitées pour le polissage du marbre, sous le nom de *rabats*.

en concluerons donc, sans insister pour le moment, que nous trouvons, dans la succession des terrains devoniens du sud de la grande faille, une série d'assises que nous n'avons pas rencontrées au nord du bassin houiller, où nous avons vu le Devonien se terminer au poudingue d'Alvaux. Ces assises, manquant dans le nord, sont le Couvinien (Devonien moyen) le Burnotien, l'Ahrien et le Hundsruckien (Devonien inférieur).

Continuant à remonter la vallée de l'Hogneau, nous voyons un grand nombre d'affleurements de calcaire givétien exploité dans plusieurs autres carrières. Les bancs présentent plusieurs plis accentués dont les parties bombées vers le haut (*anticlinaux*) ont été arrasées par la dénudation pré-crétacée (v. fig. 21).

Près de la gare de Roisin-Autreppe, nous retrouvons, par suite des inflexions de la vallée, le prolongement oriental du synclinal de la Carrière de la Fosse. Au sud de ce synclinal, les couches se recourbent en un anticlinal brusque et deviennent verticales (fig. 21). Le calcaire, fortement ployé, s'est fendillé dans tous les sens et ses fissures sont remplies par de la calcite; ainsi s'est formé un marbre veiné de blanc qui a été exploité comme *grand-antique*.

Les calcaires givétiens de la vallée de l'Hogneau sont exploités, tant en France qu'en Belgique, comme marbres, pierres de taille, moellons, pierres à chaux, pierres à chaux hydraulique, etc. Les marbres de l'Hogneau sont bleu très foncé ou noirs à l'état poli et parsemés de plages de calcite dont la diversité donne lieu à une série de variétés commerciales. Les principaux types sont: une sorte de *marbre Sainte-Anne* (à polypiers et veines blanches), provenant des couches de la base; le *marbre à boules de neige* (taches arrondies de calcite), le *marbre à amandes* (coupes de Lucines), le *marbre fleuri* ou *coquillier* (coupes de Murchisonies, Bellerophons, etc.), le *marbre Saint-Vincent*

(à polypiers et stromatopores), un *marbre noir* imitant celui de Basècles, etc.

En amont de Roisin-Autreppe, le Givétien, plissé en une succession d'anticlinaux et de synclinaux, continue à être visible dans la vallée de l'Hogneau où il est exploité sur le territoire français, à Gussignies, Hergies, Hon-Hergies, etc.

Cette vallée, dirigée de l'est à l'ouest, ne montre aucune assise primaire plus élevée. Mais en remontant, à partir de Gussignies, le Ruisseau de Bavay, qui vient du sud, on voit apparaître, à Saint-Vaast-lez-Bavay, le *Frasnien*, qui commence par des schistes intercalant des bancs de calcschistes à *Spirifer Verneuili* ; au-dessus et au sud, se trouve un calcaire pétri de polypiers (*Favosites*, *Cyathophyllum*, etc.), exploité à Saint-Vaast comme marbre *(marbre Saint-Charles)* ; puis viennent quelques couches de calcaire noir et enfin des schistes grisâtres avec nodules calcareux, fossilifères (*Acervularia* etc.), qui terminent le Frasnien. Faisant encore quelques pas, on arrive, non loin de Bavay, à une carrière à pavés, ouverte dans les psammites du Condroz *(Famennien)*.

A partir de Bavay, les terrains primaires sont cachés jusqu'à la vallée de la Sambre. Cette vallée, en amont de Maubeuge, est creusée dans le Famennien auquel fait suite, vers le sud, le *Calcaire carbonifère* de Bachant. Enfin, un peu plus au sud encore, nous voyons à Aulnoye, apparaître le *Terrain houiller* qui forme là un tout petit bassin sans importance.

Nous avons désormais acquis la certitude que les psammites de Cauderlot, qui se trouvent, au sud du Borinage, en contact avec les couches redressées du Houiller, sont considérablement plus anciens, puisqu'ils en sont séparés, dans l'échelle de nos terrains, par toute la série des assises qui va du Hundsruckien du Bois de Colfontaine au terrain houiller d'Aulnoye.

§ 16.

La Grande Faille du Midi, qui a amené le terrain devonien inférieur en contact avec le terrain houiller, cache, au sud du Borinage, toute la série des assises immédiatement inférieures à l'assise houillère ***H1b***, série que nous avions pu, cependant, observer au bord nord du bassin houiller.

Pour rencontrer la même série au bord sud du bassin, nous devons chercher une région *où la grande faille n'existe pas*. Cette faille, née dans le département du Pas-de-Calais, borde au sud le bassin houiller franco-belge jusqu'à un point situé au sud de Châtelet. Une faille analogue, jouant le même rôle, commence à Clermont-sur-Meuse et limite au sud le bassin houiller de Seraing. Entre le Bois de Châtelet et Clermont, le synclinal houiller est bordé au midi par des bandes de terrain carbonifère, devonien et silurien, analogues à celles du nord.

Ce fait porte à conclure que ces bandes sont la réapparition au jour des assises que nous avons vues, dans la vallée de l'Orneau, s'enfoncer au sud sous le terrain houiller productif. Ces assises forment donc un synclinal dans lequel le synclinal houiller est emboîté.

Cependant, il n'y a pas identité de composition géologique et symétrie de structure entre les deux bords du synclinal (fig. 26).

Pour le démontrer, nous allons esquisser la composition du bord méridional dans la région comprise entre Tamines et Fosse. Cette région fait face à celle de l'Orneau, où nous avons étudié le bord septentrional.

Les exploitations houillères des environs de Tamines, Arsimont, etc., ont démontré que le bassin houiller présente, dans cette région, la même disposition générale que dans le Borinage, c'est-à-dire que le flanc sud du synclinal houiller est renversé et que les couches en sont plissées en zig-zag.

Partant de Tamines, c'est-à-dire de l'axe du bassin houiller, dirigeons-nous vers le sud par la route de Falisolle.

Après avoir traversé, non loin de la gare de Falisolle, une tranchée qui nous montre une coupe dans le terrain houiller productif, nous rencontrons, au sud du village, des affleurements de schistes siliceux de l'assise des phtanites [1], puis nous arrivons au calcaire carbonifère. Nous observons successivement le calcaire à *Productus giganteus* avec la grande brèche, des calcaires noirs, gris ou bleus (niveau de Basècles), des calcaires gris, cristallins ou oolithiques avec, *Productus cora*, la Dolomie, puis du calcaire à crinoïdes.

Or, fait remarquable, toutes ces assises sont, comme les couches houillères du flanc sud du bassin houiller, renversées sens dessus-dessous de façon à présenter une inclinaison vers le sud. De sorte qu'à première vue, nous paraissons nous élever dans la série, alors, qu'en réalité, nous y descendons.

Les assises devoniennes, qui viennent plus au sud, présentent absolument la même inclinaison vers le midi.

Sur le talus d'une route, nous voyons, au calcaire carbonifère, succéder les psammites du Condroz puis les schistes de Famenne, constituant ensemble l'étage famennien. Puis, à proximité de la gare d'Aisémont, les schistes famenniens, de teinte violette, passent à des schistes verdâtres renfermant un banc de dolomie.

Ces schistes verts appartiennent déjà au Frasnien et ils correspondent aux schistes de Franc-Waret, du nord du bassin (p. 154).

En suivant le chemin de fer à partir de la gare d'Aisémont, on trouve dans la tranchée la série des assises frasniennes qui font suite aux schistes verts. Une carrière ouverte à

[1] Nous passons sous silence des dislocations importantes qui existent dans ces parages.

proximité de la voie permet d'ailleurs d'en voir mieux encore certaines parties. L'intérêt que présente cette coupe nous engage à la donner ici en détail, d'après M. H. de Dorlodot, le savant professeur de Louvain, qui a fait de la région où nous sommes une étude des plus soignées [1].

Au sud et au-dessus (rappelons encore que les couches sont renversées et que, par conséquent, nous continuons à descendre la série) des schistes verdâtres, on rencontre successivement :

1. — Calcaire bien stratifié en couches peu épaisses, très régulières *(calcaire en grandes dalles)*, de teinte gris pâle. Il renferme des Stromatoporoïdes [2] arrondis et des polypiers divers.

2. — Calcaire mal stratifié, formé par des polypiers enchevêtrés (calcaire *corallien* ou *construit)*, ressemblant au marbre Sainte-Anne.

3. — Schistes à *Rhynchonella ferquensis*, puis alternances de schistes et de calcaire rempli de polypiers (*Cyathophyllum cœspitosum*, etc.).

Les trois termes précédents correspondent à l'assise de Rhisnes (v. p. 154).

4. — Calcaire noirâtre et calcschistes noduleux avec *Spirifer Verneuili*, *Spirifer Bouchardi*, *Leptaena ferquensis*, *Leptaena Fischeri*, *Orthis striatula*, *Atrypa reticularis*, *Aviculopecten Neptuni*. C'est l'assise de Bovesse (v. p. 154).

5. — Calcaire non stratifié, massif, corallien, formé de Stromatoporoïdes aplatis *(Diapora* ou *Stromatoporella)* et, en outre, d'*Alveolites*, *Favosites*, *Cyathophyllum*, etc.

[1] Voir entre autres : *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, t. XIV, 1900, p. 112, etc.

[2] Les Stromatoporoïdes sont des Polypiers hydroïdes dont les supports pierreux forment des masses incrustantes arrondies, aplaties ou ramifiées qui jouent un grand rôle dans la constitution des calcaires primaires.

Il renferme *Spirifer Bouchardi*, *Aviculopecten Neptuni*, etc., et appartient encore à l'assise de Bovesse.

6. — Schistes noirâtres, verdâtres par altération, intercalant vers la base des bancs de calcaire impur et d'oligiste oolithique. Ils renferment en abondance *Spirifer Malaisi*, caractéristique de l'assise de Bossières (v. p. 154) et, en outre, *Spirifer Bouchardi*, *Aviculopecten Neptuni*, etc.

Au sud comme au nord du bassin, les schistes à *Spirifer Malaisi* occupent la base du Frasnien, en contact avec le Givétien.

Au bord nord, nous avons trouvé la partie supérieure du Givétien sous un facies très particulier, celui des *roches rouges de Mazy* (v. p. 154). Dans la tranchée du sud de la gare d'Aisémont, le Givétien supérieur, renversé sur le Frasnien, se présente sous forme de calcaire gris verdâtre ou bleu foncé passant à des macignos, puis à des schistes siliceux jaunâtres, où l'on a recueilli *Stringocephalus Burtini*. Les calcaires et les macignos renferment *Spirifer Verneuili*, *Spirifer mediotextus*, *Athyris Betencourti*, *Cyathophyllum quadrigeminum*, etc. Cette assise est le *Macigno du Roux*.

Au-dessus (stratigraphiquement : *au-dessous*) des schistes siliceux de la base du macigno, vient le *Calcaire de Givet*, à nombreux *Stringocephalus Burtini*, correspondant au calcaire d'Alvaux (v. p. 155) et au calcaire givétien de la vallée de l'Hogneau (v. p. 169, etc.). Il présente dans la tranchée une épaisseur de 67 mètres.

Nous arrivons ici à une constatation intéressante. Le Givétien du bord sud du bassin ne repose pas, comme au bord nord (v. p. 155), directement sur le Silurien. Il est suivi, au contraire, comme dans la vallée de l'Hogneau, par des couches appartenant à l'*étage couvinien*. Elles consistent surtout en macignos intercalant des calcschistes. Cette assise, dite *Macigno de Claminforge*, renferme *Spirifer subcuspidatus*, *Spirifer elegans*, *Cyathophyllum hypocrateri-*

forme, *Favosites reticulatus*, *Alveolites subaequalis*, etc. Elle a ici une épaisseur de 23 mètres.

Après le macigno, viennent, dans la tranchée, des psammites remplis d'empreintes végétales peu nettes, puis des grès micacés verdâtres. Des observations faites à proximité, mais en dehors de la tranchée, montrent que sous ces roches, il y a des schistes rouges puis des psammites verts à végétaux, rapportés encore au Couvinien et, enfin, un épais poudingue rouge à éléments assez gros, lequel forme, de ce côté du bassin houiller, la base du Devonien.

Ce poudingue, dit *Poudingue de Naninne*, se présente, comme l'ensemble des assises précédentes, en couches renversées et pendant au sud. Dans une tranchée située entre la station d'Aisémont et celle de Fosse, on le voit, ainsi disposé, en contact avec des schistes siluriens *sous lesquels il plonge*. Nous devons en conclure que, de même que le Devonien est renversé sur le Carbonifère, le Silurien est, dans la région où nous sommes, renversé sur le Devonien. C'est ce que montre la figure 26.

Cette coupe figure également la constatation intéressante que nous venons de faire, à savoir qu'au bord sud du bassin houiller, l'étage couvinien s'intercale entre le Givétien et le Silurien, alors qu'au bord nord nous avons vu (v. p. 155) le Givétien reposer directement, par le poudingue d'Alvaux, sur les schistes du Silurien supérieur. Les deux bords du bassin ou, si l'on veut, les deux flancs du synclinal devono-carbonifère, ne sont donc pas plus symétriques au point de vue de la constitution stratigraphique qu'à celui de la disposition générale.

Dans le méridien de Tamines, le synclinal devono-carbonifère, dont fait partie le bassin houiller du Hainaut, est donc bordé, au sud comme au nord, par le terrain silurien. Disons qu'il en est ainsi depuis les environs du bois de Châtelet

jusque près de Clermont-sur-Meuse, c'est-à-dire là précisément où n'existe pas la grande faille du midi (v. p. 171).

Nous disions, en commençant ce paragraphe : « la grande faille du midi, qui a amené le terrain devonien inférieur en contact avec le terrain houiller, cache, au sud du Borinage, toute la série des assises immédiatement inférieures à l'assise houillère *H1b*, série que nous avions pu, cependant, observer au bord nord du bassin houiller ».

La coupe que nous venons de relever dans la vallée du ruisseau de Falisolle, depuis le Houiller jusqu'au Silurien, nous a montré ces assises qui, dans le Borinage, sont cachées par la grande faille.

Nous pouvons dès lors nous demander si, du point où nous nous sommes arrêtés, au contact du poudingue de Naninne et du Silurien, nous continuions à marcher vers le sud, nous ne rencontrerions pas, au-delà du Silurien, les assises devoniennes qui, à l'ouest du bois de Châtelet, ont été amenées en contact avec le terrain houiller ; si, en d'autres termes, nous ne trouverions pas la répétition de la série décrite au § 15 et commençant par le Hundsruckien du bois de Colfontaine, se continuant par le Devonien de la vallée de l'Hogneau et se terminant au terrain houiller d'Aulnoye.

C'est, en effet, de la sorte que les choses se présenteraient, et nous pourrions constater, en outre, que le Hundsruckien du bois de Colfontaine n'est pas le terme le plus ancien du Devonien inférieur.

Mais, comme nous l'avons déjà fait plusieurs fois, nous allons, afin de trouver une région plus propice aux observations que les plateaux de l'Entre-Sambre-et-Meuse, nous transporter sur un autre méridien.

§ 17.

Nous voici à Namur. Au point de vue géologique, nous nous trouvons sur le prolongement oriental du terrain

houiller du bassin du Hainaut (v. fig. 27). Comme le montre la coupe, le synclinal devono-carbonifère affecte, en cet endroit, la même disposition en U incliné et présente la même composition stratigraphique que dans les méridiens de Tamines et de l'Orneau. Il y a, cependant, une légère différence. Le fond de la gouttière de calcaire carbonifère dans laquelle est encaissé le terrain houiller se relève de l'ouest à l'est à partir du Borinage, pour venir affleurer au jour près de Samson. Il en résulte que l'épaisseur de la formation houillère diminue graduellement du Borinage à Samson où elle arrive à 0. Dans le méridien de Namur, le terrain houiller productif a disparu et l'on ne trouve plus que l'assise à coureuses de gazons (*H1b*) et l'assise des phtanites (*H1a*).

Si de Namur, nous nous dirigions vers le nord, nous rencontrerions, comme dans la vallée de l'Orneau et en pendage vers le sud, la série des assises carbonifères et devoniennes, jusques et y compris le poudingue d'Alvaux, reposant sur le Silurien. Si nous marchons vers le sud en remontant la Meuse, nous recoupons de même, entre la Pairelle et Dave, la succession des couches carbonifères et devoniennes décrites dans la vallée du ruisseau de Falisolle, y compris le macigno de Claminforge et le poudingue de Naninne, et nous pouvons constater que toutes ces couches se présentent, comme à Falisolle et à Aisémont, en position renversée.

Le Silurien est, comme près de Fosse, renversé par-dessus le poudingue de Naninne qui plonge vers le sud [1].

Sur la rive droite de la Meuse, à environ 800 mètres au sud du point où la bande de poudingue de Naninne en

[1] En réalité, ces choses se voient très mal dans la vallée de la Meuse, mais à environ 3.500 mètres plus à l'est, la tranchée de la gare de Naninne, sur la ligne du Luxembourg, montre très nettement toute la série des couches des psammites du Condroz au Silurien. On y voit très bien le Silurien renversé sur le poudingue de Naninne.

contact avec le Silurien traverse la rivière, nous rencontrons, un peu au-delà du château de Dave, des bancs d'un poudingue peu cohérent inclinés au sud, reposant sur le Silurien. C'est le *Poudingue d'Ombret.*

Le long du ravin du ruisseau des Chevreuils, dans les bois de Dave, on voit le poudingue reposant, en discordance de stratification très nette, sur le Silurien ; il est surmonté d'un grès grossier chargé de feldspath altéré, ou arkose (*Arkose de Dave*), au-dessus duquel viennent des psammites jaunâtres, très micacés, puis des alternances de schistes grossiers, noduleux ou celluleux, verdâtres ou brun rougeâtre. C'est l'assise des *Psammites de Fooz*, constituant, avec l'arkose et le poudingue, l'étage *gedinnien*, lequel se place à la base du Devonien inférieur. Toutes ces couches sont inclinées au sud à environ 45°.

Sur la rive gauche, une vieille carrière et une tranchée de route, exactement à l'ouest de l'affleurement de poudingue voisin du château, nous montrent les mêmes psammites jaunes de Fooz, également inclinés au sud [1].

A 200 mètres au sud de ce point, se trouve une autre vieille carrière où l'on a exploité des grès gris et roses en couches inclinées au sud, qui sont les *Grès du Bois d'Ausse*, et se rangent dans le *Taunusien* ou Coblencien inférieur.

Continuant à marcher vers le sud, nous arrivons bientôt à une série de grandes carrières ouvertes sur le flanc occidental de la vallée de la Meuse. Dans les plus septentrionales d'entre elles, on voit des schistes rouges et des grès roses, rapportés au Hundsruckien, c'est-à-dire au niveau des psammites de Cauderlot, recouverts par des grès vert sombre entremêlés de bancs de schistes rouges ou noirâtres. Ces grès verdâtres (*Grès de Wépion*) sont activement exploités et fournissent la

[1] Les psammites et les schistes de Fooz sont visibles à Binche et à Asquillies, où ils constituent la lèvre supérieure de la grande faille du midi.

plupart des pavés dits *de la Meuse*. Ils appartiennent au même niveau stratigraphique que les pavés de Thuin, d'Haulchin, de Petit-Dour et de Wihéries, c'est-à-dire au Coblencien supérieur ou Ahrien.

Nous venons donc de retrouver la partie initiale de la coupe relevée précédemment au sud de la grande faille, depuis les psammites hundsruckiens de Cauderlot jusqu'au terrain houiller de la haute Sambre. (V. pp. 166 à 172.)

En effet, dans la plus méridionale des carrières dont nous venons de parler, on trouve, au-dessus des grès de Wépion, des schistes et des grès rouges avec bancs de poudingue appartenant au Burnotien. Ces roches constituent les versants escarpés de la vallée jusque Tailfer. Là se termine le Devonien inférieur [1].

Comme dans la vallée de l'Hogneau, nous voyons ici le Devonien moyen se superposer au Burnotien.

Derrière la gare de Tailfer, on peut voir encore un banc de poudingue rouge burnotien. A l'origine d'un chemin qui se dirige vers l'est, se présente un poudingue à ciment gris verdâtre accompagné de psammites à empreintes végétales. C'est le *Poudingue de Tailfer*, identique, comme âge, au poudingue du Caillou-qui-bique (v. p. 169) et constituant la base de l'étage couvinien. Vient ensuite la grauwacke, absolument comme dans la vallée de l'Hogneau, puis des couches calcareuses identiques au macigno de Claminforge terminent le Couvinien. Ensuite, à mesure qu'on s'avance vers le sud, on voit successivement le calcaire de Givet avec ses Stringocéphales, le macigno du Roux ou Givétien supérieur, séparé du calcaire à Stringocéphales par une zone schisteuse, puis la série des assises frasniennes à partir des schistes à oligiste

[1] La puissance du Devonien inférieur entre Dave et Tailfer est évaluée à 1638 mètres. Cette épaisseur se répartit comme suit : Gedinnien, 127 mètres ; Taunusien, 311 mètres ; Hundsruckien, 381 mètres ; Ahrien, 282 mètres ; Burnotien, 537 mètres.

oolithique et à *Spirifer Malaisi*. Les calcaires frasniens forment ici des rochers pittoresques le long de la rive droite de la Meuse ; ils comprennent des calcaires bien stratifiés mais riches en stromatoporoïdes et des calcaires *construits*, d'apparence massive. Les premiers sont exploités dans une carrière importante et fournissent, entre autres, du *marbre Florence*.

Le Frasnien se termine par des schistes analogues aux schistes de Franc-Waret. Ils sont suivis des schistes de Famenne puis des psammites du Condroz qui ont été exploités comme pavés dans plusieurs carrières sises non loin de la rive.

Depuis le château de Dave, où se voit la base du Gedinnien, jusqu'au point où nous sommes arrivés, les couches devoniennes pendent uniformément vers le sud. Avant d'arriver au tunnel de Lustin, nous voyons l'allure des couches changer. Les psammites du Condroz se relèvent, de façon à prendre une inclinaison vers le nord, de sorte qu'en marchant toujours vers le sud, nous descendons désormais dans la série des couches. Successivement nous revoyons les schistes de Famenne, puis le Frasnien, le Givetien et le Couvinien, y compris le poudingue de Tailfer, très réduit en épaisseur, que nous trouvons adossé au poudingue burnotien. Nous venons donc de traverser un synclinal (*synclinal de Walgrappe*). Un anticlinal *(anticlinal de Lustin)* y fait suite, qui ramène au jour le grès de Wépion (ahrien), flanqué au nord et au sud des couches rouges burnotiennes. Le versant sud de cet anticlinal est le flanc nord d'un nouveau synclinal (*synclinal de Rivière*) qui fait de nouveau apparaître le poudingue de Tailfer (réduit à 0 m. 30 d'épaisseur) puis le restant du Couvinien, le Givétien et le Frasnien.

Enfin, le synclinal de Rivière est bordé au sud par un anticlinal moins prononcé que le précédent et qui fait remonter les roches rouges burnotiennes (*anticlinal de*

Godinne). Au sud de cette voûte, le Couvinien, le Givétien et le Frasnien plongent vers le sud pour ne plus reparaître qu'aux abords de Givet [1].

En approchant d'Yvoir, nous voyons au Frasnien succéder les schistes de Famenne, puis les psammites du Condroz, exploités comme pierres à pavés dans plusieurs carrières voisines d'Yvoir.

Le calcaire carbonifère y fait suite, et à partir de la gare d'Yvoir, il se présente en une succession d'assises inclinées au sud où l'on reconnait, dans les grandes lignes, la série que nous avons esquissée ailleurs (v. p. 147, etc.).

Au sud du confluent de la Molignée, on voit le flanc occidental de la vallée s'abaisser brusquement en des pentes douces qui contrastent avec les escarpements calcaires d'Yvoir et de Houx. Ce changement dans l'aspect du paysage correspond à l'apparition d'un nouveau terme géologique, celui-là précisément, que nous pouvions nous attendre à rencontrer au sommet du calcaire carbonifère, c'est-à-dire le Terrain houiller. Mais il ne fait sur les rives de la Meuse qu'une apparition éphémère [2]. Un peu au sud de Houx, la vallée se resserre de nouveau et jusque Hastière, la Meuse est bordée sur les deux rives de pittoresques escarpements de calcaire carbonifère, à peine interrompus un instant à Anseremme par un anticlinal qui ramène au jour le Famennien.

A Hastière, le calcaire carbonifère se termine et nous pouvons, sur la rive droite, en voir la base, en couches inclinées au nord, reposer en concordance sur les psammites du Condroz. Dès ce point, les rives de la Meuse perdent de nouveau leur caractère pittoresque. Les psammites du

[1] Les grands plis anticlinaux et synclinaux que recoupe la Meuse entre Dave et Yvoir sont indiqués sommairement sur la coupe fig. 28.

[2] Ce petit bassin houiller est dans la même situation que celui d'Aulnoye, sur la Sambre (v. p. 172).

Condroz se développent en une série de plis peu accentués et, se relevant dans l'ensemble, font place, à partir de Blaimont, aux schistes de Famenne qui présentent ici une importance que nous n'avons pas rencontrée ailleurs ; nous sommes dans la plaine de Famenne. Puis, les schistes de Famenne, se relevant à leur tour, sont remplacés par les *Schistes de Matagne*, à *Cardiola retrostriata*, qui appartiennent déjà au Frasnien.

Nous sommes aux portes de Givet. De nouveau la vallée s'encaisse et nous voyons réapparaître des escarpements rocheux. Ce sont d'abord des calcaires frasniens, les uns stratifiés, les autres massifs, construits, en forme de *récifs* entourés de schistes [1]. Puis vient le calcaire givétien, nettement divisé en deux ; la partie supérieure, riche en stromatopores, est séparée du calcaire de Givet proprement dit, à Stringocéphales, par une zone de schistes calcareux à *Spirifer Verneuili*.

Nous passons devant les carrières où ces calcaires sont activement exploités, et nous ne tardons pas à arriver sur les schistes et calcaires couviniens à *Calceola sandalina*. Le calcaire se présente en grandes lentilles et en nodules enclavés dans les schistes ; il forme en outre des couches stratifiées régulières et des masses construites coralliennes en forme de récifs. Le Couvinien supérieur offre dans cette région une épaisseur beaucoup plus grande que dans le nord. On le suit sur les rives de la Meuse jusque près de Vireux. La partie inférieure de l'étage est formée par la *Grauwacke de Bure* [2] renfermant vers le haut *Spirifer cultrijugatus* et vers le bas *Spirifer arduennensis*. La grauwacke passe en dessous, sans l'intermédiaire d'un poudingue, aux *Grès et schistes rouges de Winenne*, représentant le Burnotien.

[1] Le Fort Condé est bâti sur un récif de marbre rouge frasnien.

[2] A l'ouest de la Meuse, dans le pays de Chimay, la grauwacke de Bure renferme une couche d'oligiste oolithique qui a fourni le minerai de fer de Momignies et de Couplevoie.

Celui-ci surmonte les *Grès noirs à pavés* et *les Schistes noirs de Vireux*, avec *Spirifer paradoxus*, équivalents du grès de Wépion (Ahrien). Ces couches passent graduellement vers le bas à des schistes grossiers, de la grauwacke brunâtre et du grès gris avec *Spirifer paradoxus*, *Spirigera undata*, *Strophomena depressa*, *etc.*, réunis sous le nom de *Grauwacke de Houffalize* et représentant le sous-étage hundsruckien.

Sous la grauwacke, le Coblencien se termine par les *Grès d'Anor et de Bastogne* (Taunusien) blancs, roses, gris, etc., accompagnés de schistes et assez fossilifères (*Spirifer paradoxus*, etc.).

Nous entrons ensuite dans le Gedinnien, autrement puissant et autrement complexe ici que dans la région de Dave. On trouve successivement, sous le Taunusien, les *Schistes de Saint-Hubert* (*Pleurodictyum problematicum*) les *Schistes bigarrés d'Oignies* et les *Schistes fossilifères de Mondrepuits* (*Spirifer Mercuri*), dont l'ensemble représentent les psammites de Fooz (v. p. 180).

En dessous des schistes de Mondrepuits vient l'*Arkose d'Haybes* surmontant elle-même ordinairement le *Poudingue de Fépin* ; ces termes sont à l'extrême bas de la série devonienne et sont, par conséquent, les équivalents de l'arkose de Dave et du poudingue d'Ombret. L'arkose d'Haybes est à gros grains de quartz et de feldspath altéré ; elle renferme accessoirement du mica, des fragments de cristaux de tourmaline, etc.

Le poudingue de Fépin est formé de cailloux arrondis parfois énormes (jusque 5 tonnes). A l'endroit dit la *Roche à Fépin*, on peut le voir reposant en discordance très nette sur les couches schisteuses *inclinées au sud*, du massif *silurien* de l'Ardenne, sur lequel nous reviendrons bientôt.

Nous avons donc vu reparaître successivement, à partir d'Hastière, avec une inclinaison générale *vers le nord*,

toutes les assises que nous avions vues plonger *vers le sud* entre Dave et Yvoir, et nous avons retrouvé tous les étages avec des caractères sensiblement analogues, quoiqu'en général sous des épaisseurs beaucoup plus fortes [1].

Il résulte de là que les terrains devono-carbonifères recoupés par la Meuse entre Dave et Fépin constituent un grand bassin, un immense synclinal bordé, au nord comme au sud, par le terrain silurien. On donne à ce synclinal le nom de *Bassin géologique de Dinant.* Les couches qui le constituent sont plus ou moins plissées et le divisent en une série de synclinaux et d'anticlinaux secondaires (fig. 28).

Au nord du bassin de Dinant, se trouve un synclinal devono-carbonifère, moins large mais mieux accusé ; c'est celui qui renferme le terrain houiller exploité dans le Hainaut et la province de Liége. On l'appelle le *Bassin géologique de Namur* ou *de Mons* (fig. 28 et 26).

Il existe une différence essentielle entre la composition du Bassin de Dinant et celle du Bassin de Namur : c'est que le terrain devonien inférieur n'existe que dans le premier. Dans le Bassin de Namur, le Devonien moyen repose directement sur le Silurien.

En outre, comme nous le savons déjà, sur le flanc sud du Bassin de Namur, la série devonienne moyenne commence dès la base du Couvinien, alors qu'elle ne débute au bord nord qu'avec le Givétien (v. fig. 26).

[1] Le Couvinien, très mince aux environs de Tailfer, etc., a 1.575 mètres d'épaisseur entre Givet et Vireux. Les subdivisions du Devonien inférieur présentent entre Vireux et Fépin les épaisseurs respectives de : Burnotien, 400 m. ; grès de Vireux, 350 m. ; grauwacke de Houffalize, 775 m. ; grès d'Anor, 550 m. ; schistes de Saint-Hubert, 550 m. ; schistes d'Oignies, 575 m. ; schistes de Mondrepuits, 200 m. ; arkose et poudingue, 325 m. Soit 1.675 m. pour le Coblencien, 1.650 m. pour le Gedinnien, et un total de 3.725 m. pour l'ensemble du Devonien inférieur.

Ce sont là des faits dont nous donnerons plus loin l'interprétation.

Le Bassin de Namur est partout bordé au nord par le terrain silurien. Au sud, son flanc renversé est également bordé, entre le bois de Châtelet et Clermont-sur-Meuse, par une bande de terrain silurien qui le sépare du bassin de Dinant et que l'on nomme la *Crête silurienne du Condroz.*

A l'ouest du bois de Châtelet et à l'est de Clermont, le Bassin géologique de Namur est limité au sud par une *faille* inclinée au sud, la *grande faille du midi*, dont la lèvre supérieure est constituée par le terrain devonien inférieur du bassin de Dinant. Cette *faille inverse* (v. p. 166) amène, dans le Borinage, le terrain coblencien moyen en contact, à la surface actuelle du sol, avec le terrain houiller (v. p 165 et fig. 27).

Le terrain silurien qui borde au nord le bassin devono-carbonifère de Namur, forme une surface peu accidentée assez régulièrement inclinée vers le nord, recouverte par les terrains tertiaires sous lesquels s'interposent dans le nord du pays des épaisseurs plus ou moins grandes de terrain crétacique. Le « terrain primaire » que nous avons mentionné plus haut au fond des sondages d'Ostende (p. 43), de Gand (p. 44), et de Renaix (p. 45), est du terrain silurien. Nous avons vu aussi que le Silurien a été atteint à Louvain à 170 mètres de profondeur (p. 158). A Alost, on l'a rencontré à 145 mètres, et à Laeken à 99 mètres.

Pendant longtemps, on était porté à admettre que le terrain silurien formait le soubassement de toute la région septentrionale de la Belgique. Mais dans ces dernières années, on a, par de nombreux sondages, démontré la présence sous le sol de la Campine d'un *bassin houiller* très étendu qui est encore, au moment où nous écrivons, l'objet d'actives recherches.

Tableau des subdivisions du Système devonien.

DEVONIEN	*Supérieur*	Famennien	
		Frasnien	
	Moyen	Givétien	
		Couvinien	
	Inférieur ou *Rhénan*	Burnotien	
		Coblencien	Ahrien Hundsruckien Taunusien
		Gedinnien	

§ 18.

L'ensemble de nos terrains devoniens et carbonifères se présente aujourd'hui sous forme de deux grands synclinaux, eux-mêmes entrecoupés de plissements secondaires. Mais ces terrains ont dû se déposer en couches sensiblement horizontales et de nombreuses observations prouvent qu'ils se sont déposés en discordance sur les terrains siluriens.

Antérieurement à l'époque devonienne, les terrains siluriens qui, eux aussi, ont dû se déposer horizontalement, avaient été fortement plissés, puisque partout on les retrouve en couches très redressées, souvent même verticales.

Ces plissements postérieurs à l'époque silurienne ont émergé nos régions et leur ont donné un relief probablement très prononcé. Puis, pendant des périodes extrêmement longues, les agents atmosphériques, les cours d'eau, etc., se sont acharnés à la destruction du continent silurien.

A un moment donné, le pays s'est trouvé suffisamment aplani pour permettre le retour de la mer dans certaines

régions. C'est alors, au début de ce que nous appelons la période devonienne, que la mer a envahi le Bassin de Dinant et a commencé à y déposer l'énorme épaisseur de sédiments qui va du poudingue de Fépin aux schistes, grès et poudingues burnotiens. Aux débuts du Devonien moyen, la mer a progressé vers le nord et a commencé à envahir la région qui correspond aujourd'hui au Bassin de Namur ; mais ce n'est qu'à l'âge givétien qu'elle a atteint la zone qui en constitue actuellement le bord nord. A ces époques, la crête silurienne du Condroz n'existait pas et la mer devonienne du Bassin de Dinant s'est avancée vers le nord par une transgression graduelle.

Après l'envahissement du Bassin de Namur, la sédimentation s'est poursuivie dans les deux bassins jusqu'à la fin du dépôt de notre terrain houiller.

Nous ne possédons pas, en Belgique, d'étage primaire plus récent que le terrain houiller westphalien, et dans le Hainaut nous voyons le terrain houiller recouvert directement par la meule albienne. La sédimentation marine a donc subi, dans nos contrées, une longue interruption (v. § 12) que l'on ne peut attribuer qu'à une *émersion* du pays.

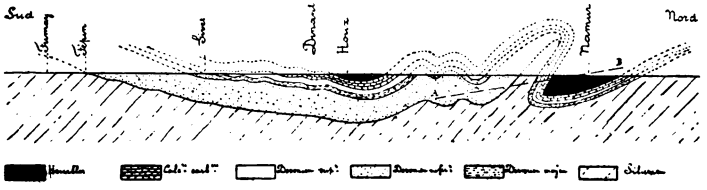


FIGURE 28. — *Coupe schématique, sans échelle, des bassins devono-carbonifères de Namur et de Dinant, suivant la vallée de la Meuse. Le pointillé représente l'allure hypothétique des parties enlevées par la dénudation.*

Cette émersion a été la conséquence d'importantes *dislocations* qui ont affecté nos terrains primaires à la fin de l'époque houillère. Une poussée venant du sud les a refoulés vers le nord ; les choses se sont passées comme si le massif silurien de l'Ardenne s'était rapproché de la région silurienne du nord du pays, comprimant latéralement les couches devono-carbonifères des Bassins de Namur et de Dinant. Ces couches se sont ondulées en une succession de plis orientés normalement à la direction du refoulement (v. fig. 28).

C'est dans le bassin de Namur et dans la partie voisine de celui de Dinant, que ces phénomènes ont présenté la plus grande intensité. Il s'est formé, dans cette région, un vaste anticlinal (v. fig. 28 pointillé) dont le flanc septentrional s'est renversé sens dessus-dessous. Ce flanc, qui est aujourd'hui le flanc sud du Bassin de Namur, littéralement *écrasé*, s'est plissé de la façon tourmentée que nous avons décrite plus haut. A l'ouest du bois de Châtelet et à l'est de Clermont, les choses ont même été poussées plus loin ; un *déchirement* s'est produit selon une surface que nous avons représentée en un trait interrompu AB sur la fig. 28, et sur cette surface les terrains du Bassin de Dinant ont glissé vers le nord, venant ainsi *chevaucher* une partie du Bassin de Namur. C'est l'origine de la grande faille du midi [1].

En plusieurs régions, en outre, les massifs glissant sur le plan de la grande faille ont *arraché* au bord sud, déjà renversé, du Bassin de Namur, d'énormes blocs qu'elles ont entraînés vers le nord jusqu'au-dessus des parties centrales de ce bassin et qui, dans ce mouvement de chevauchement, se sont souvent fragmentés en plusieurs écailles superposées qui ont glissé les unes sur les autres. Telle est l'origine des

[1] Cette faille n'est d'ailleurs que la plus importante de nombreuses failles inverses *ou failles de refoulement* qui affectent le Bassin de Namur et certaines parties du Bassin de Dinant.

lambeaux de refoulement de Bouffloulx, Fontaine-l'Evêque et Boussu.

Dans la région où n'existe pas la grande faille, l'intensité du plissement a ramené vers le haut le terrain silurien, aux confins des bassins de Namur et de Dinant, et plus tard les dénudations dont nous allons parler l'ont mis à jour, créant ainsi entre nos deux bassins devono-carbonifères une séparation qui n'est pas primitive, mais purement *tectonique*.

La conséquence de ces mouvements de dislocation de la fin de l'époque houillère a été de donner à notre pays un relief très accusé, de le transformer en une région de *montagnes* qui ont pu atteindre plusieurs milliers de mètres d'altitude. Ces *mouvements orogéniques* ont dû être, en tous cas, d'une lenteur extrême.

C'est de la formation de ces montagnes que date le début de la période continentale qui n'a pris fin, dans le Hainaut, qu'à l'époque albienne. Nous savons déjà que nos argiles, sables et graviers bernissartiens représentent des dépôts torrentiels, fluviaux et lacustres, formés pendant cette période.

A mesure que s'élevaient nos montagnes primaires, elles tombaient sous l'action des érosions atmosphériques torrentielles et fluviales qui tendaient à en émousser le relief et à en entrainer les débris vers les dépressions. Le relief qu'elles offraient à une époque donnée ne représentait que l'excédent de la surrection, résultat des plissements et des chevauchements, sur la dénudation. Les mouvements de dislocations ayant fini par devenir très faibles, sinon nuls [1], la dénudation

[1] On peut dire que même aujourd'hui, les mouvements de nos terrains primaires ne sont pas absolument nuls. Sous l'influence des poussées orogéniques qui sommeillent, mais ne sont pas mortes, les anciennes dislocations *jouent* encore à notre époque, comme les fentes d'un meuble qui craque. Ces jeux se traduisent par les *tremblements de terre* qui se manifestent de temps à autre dans le Nord de la France et en Belgique. Ces tremblements de terre paraissent avoir pour siège *la grande faille du midi.*

l'a emporté sur l'exhaussement et nos montagnes ont été arrasées jusqu'à leurs racines ; les coupes menées à travers nos terrains primaires (v. fig. 28) représentent ce qui nous en reste aujourd'hui.

A mesure que le continent primaire s'abaissait sous le rabotage incessant de l'érosion subaérienne, la mer tendait à l'envahir. La mer triasique puis les mers jurassiques l'abordèrent de plusieurs côtés, mais ce n'est qu'à l'époque crétacique que les eaux marines le recouvrirent dans son ensemble. A l'époque de la Meule de Bracquegnies, la mer pénétra dans le Hainaut et, après des alternatives de recul et de progrès, elle arriva, à l'époque du Tufeau maestrichtien, à recouvrir les parties aujourd'hui les plus élevées de l'Ardenne.

§ 19.

Nous avons interrompu notre excursion dans la vallée de la Meuse (v. p. 185) au point où la base du Devonien inférieur, c'est-à-dire le poudingue de Fépin, vient reposer sur les tranches des couches siluriennes fortement inclinées au sud. Ce point marque la limite du *massif silurien de l'Ardenne française* que la Meuse traverse, par une gorge profonde et tortueuse, de Château-Regnault à Fépin. Cette profonde vallée en rend l'étude particulièrement aisée et les nombreuses exploitations d'ardoises des environs de Fumay et de Deville permettent d'en examiner en détail certaines parties.

Le massif silurien de l'Ardenne française est exclusivement constitué par le Cambrien ou Silurien inférieur (v. tableau p.158-159) et il comprend les deux assises les plus anciennes [1] de cet étage, c'est-à-dire le *Devillien* (contemporain des

[1] Le Cambrien supérieur, ou *Salmien*, n'existe que dans le massif cambrien des Hautes-Fagnes ; il fournit notamment les ardoises de Viel-Salm, le *coticule* ou pierre à rasoirs de Salm-Château, etc.

quartzites de Blanmont) et le *Revinien* (équivalent des schistes noirs de Court-St-Étienne).

Les dislocations qui ont donné aux couches cambriennes recoupées par la Meuse leur forte inclinaison vers le sud sont antérieures au début de la période devonienne. Ces dislocations leur avaient donné un relief vraisemblablement très prononcé, mais lors de l'arrivée de la mer devonienne, les érosions avaient déjà réduit les montagnes siluriennes à des plateaux surbaissés sur lesquels les assises devoniennes sont venues se déposer en discordance de stratification.

Le massif cambrien de l'Ardenne française présente une surface supérieure remarquablement régulière, œuvre de longues dénudations, et il faut l'examen des parois de la vallée de la Meuse pour se faire une idée de sa structure.

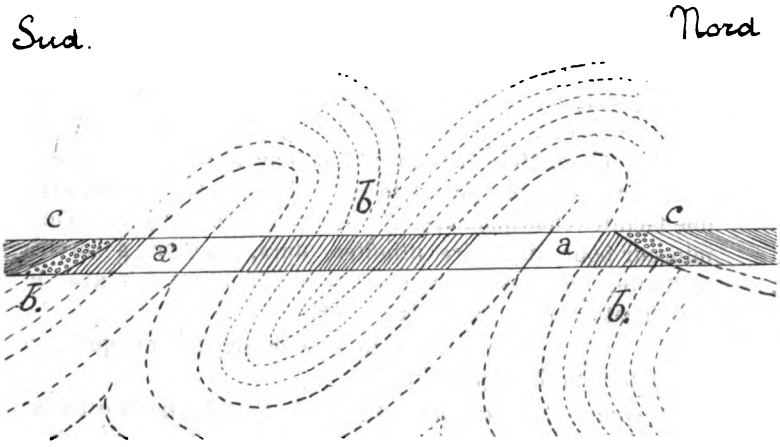


FIGURE 29. — *Coupe schématique nord-sud du massif cambrien de l'Ardenne française.*

a. — Devillien (Bande de Fumay).
a'. — Devillien (Bande de Deville).
b. — Revinien.
c. — Devonien.

Cette structure peut être schématisée par le croquis ci-contre (fig. 29), dans lequel le pointillé représente l'allure hypothétique des parties enlevées par la dénudation et des parties cachées dans la profondeur. On voit que les couches forment un grand synclinal flanqué de deux anticlinaux très serrés qui ont ramené le Devillien vers le haut. Il en résulte que, sur la carte, le Devillien forme deux bandes, la bande de Fumay au nord et celle de Deville au sud, séparées par une large zone revinienne.

C'est dans la première de ces bandes que sont exploitées les *ardoises de Fumay*, caractérisées par leur teinte violacée ou rougeâtre. De la seconde proviennent les ardoises vertes de Deville et les ardoises gris bleu de Rimogne. Les phyllades noirs reviniens fournissent des ardoises d'écoles.

L'ardoise ardennaise est une roche appartenant à la catégorie des schistes, mais c'est un schiste d'un genre particulier. Ce qui le distingue, avant tout, c'est un *feuilleté* remarquable, qui est, d'ailleurs un *clivage schisteux* et non une schistosité proprement dite, analogue, par exemple, à celle du schiste houiller (v. p. 156). Les blocs fraîchement extraits, possédant encore leur eau de carrière, se divisent, se *clivent*, avec une facilité remarquable, en feuillets parfaitement plans, d'une minceur pour ainsi dire illimitée, durs, sonores, à surface brillante, comme satinée. Le plan des feuillets fait avec la stratification un angle de 15° à 20°.

Cette roche appartient à un type de schistes auxquels on donne le nom de *phyllades*.

La composition *chimique* globale des phyllades est analogue à celle des schistes argileux, mais leur composition *minéralogique* est différente. Quand on examine un phyllade au microscope, on y reconnait une *texture cristalline* qui n'existe pas dans le schiste ordinaire. Ainsi, les phyllades cambriens de l'Ardenne sont formés par un mélange de fines lamelles d'un mica jaunâtre, soyeux (séricite), de grains de

quartz très petits et de lamelles de chlorite. Dans la masse très serrée constituée par ces minéraux, sont disséminés un grand nombre de cristaux extrêmement ténus de rutile, tourmaline, sillimanite, ilménite, apatite, etc. Les ardoises de Fumay doivent leur teinte violette à des paillettes microscopiques d'oligiste ($Fe_2 O_3$). Les phyllades reviniens sont colorés en noir par de la matière charbonneuse. Dans les ardoises vertes de Deville, abondent de petits cristaux octaédriques de magnétite ($Fe_3 O_4$) et des cubes de pyrite parfois très volumineux.

Les phyllades cambriens alternent dans des quartzites (v. p. 157) verdâtres ou blanchâtres dans le Devillien et noirs dans le Revinien.

Les fossiles sont extrêmement clairsemés dans les phyllades cambriens. Le Devillien a fourni des traces attribuées à des vers (*Nereites cambriensis*) et des empreintes dénommées *Oldhamia radiata*, dont l'origine organique est très douteuse. Dans le Revinien, on a trouvé un graptolithe (*Dictyograptus flabelliformis*). La rareté des fossiles dans nos roches cambriennes est en rapport avec leur caractère cristallin. Les influences qui ont transformé les schistes en phyllades et les grès en quartzites, ont fait disparaître les vestiges d'êtres vivants qui ont dû s'y trouver primitivement.

L'étage devillien représente, comme nous le savons déjà, le terme géologique le plus ancien que nous possédions dans le pays. Mais nous verrons, dans un paragraphe ultérieur, que la série sédimentaire, dont nous avons suivi les échelons pas à pas depuis les dépôts les plus récents, ne s'arrête pas à la base du Cambrien.

§ 20.

Arrêtons-nous un instant pour jeter un coup d'œil d'ensemble sur les roches primaires. Nous pouvons généraliser

ici ce que nous disions plus haut à propos du terrain houiller (v. p. 125). On ne rencontre dans les roches primaires aucune substance essentielle qui ne soit déjà représentée dans les terrains secondaires et tertiaires (v. § 10) ; le sable avec les cailloux, l'argile et le calcaire plus ou moins mêlés et chargés d'une quantité variable d'éléments accessoires, ont suffi à constituer la plupart des types que nous avons rencontrés chemin faisant. Mais les roches primaires se distinguent de la plupart de nos roches tertiaires et crétaciques par une cohérence et une compacité plus fortes ; elles se présentent le plus souvent sous forme de ce que le vulgaire appelle des *pierres*, alors que cet état est pour ainsi dire exceptionnel dans nos terrains plus récents.

Les cailloutis primaires sont toujours agglomérés en bancs de *poudingue*, que nous avons vus former la base de plusieurs étages devoniens (Poudingues de Fépin, d'Ombret, du Caillou qui Bique, de Naninne, d'Alvaux, etc.). Nous avons aussi signalé le poudingue houiller qui n'est souvent qu'un grès à gros grain.

Les cailloux roulés des poudingues primaires ont été empruntés, naturellement, à des terrains plus anciens. Ainsi, ceux du poudingue de Fépin, base du Devonien au bord sud du Bassin de Dinant, proviennent du Cambrien de l'Ardenne et se sont déposés contre une falaise qui bordait la mer gedinienne. Ils consistent en blocs ou fragments de phyllade et de quartzite ; ce fait prouve nettement que ces roches étaient déjà dans leur état cristallin actuel dès le début de la période devonienne.

Chose à noter, il n'est pas toujours possible de déterminer l'origine de certains éléments des poudingues primaires. En d'autres termes, les massifs rocheux qui les ont fournis ont été entièrement balayés par l'érosion ou sont cachés sous les sédiments plus récents.

Aux poudingues de Fépin et d'Ombret sont subordonnées les *arkoses* d'Haybes et de Dave. Ces roches sont des sortes

de grès grossiers chargés de feldspath altéré (kaolin) accompagné de lamelles de mica, de fragments de cristaux de tourmaline, etc. Or, ce sont là les éléments d'un *granite* désagrégé et l'on ne peut faire que des suppositions quant à l'emplacement de ces massifs granitiques. L'origine des éléments de beaucoup de grès feldspathiques (houillers, notamment) est aussi mal connue.

Les roches siliceuses grenues des terrains primaires ne se rencontrent plus à l'état de sables ; leurs grains sont agglomérés en masses cohérentes et donnent lieu à différentes variétés de grès, de psammites, de quartzites, etc.

Les *grès* proprement dits sont particulièrement répandus dans le Devonien inférieur, le Houiller, etc. Ceux du Taunusien et de l'Ahrien fournissent de grandes quantités de pavés (pavés de la Meuse, de Thuin, etc.). Le *ciment* des grès les plus cohérents est de nature siliceuse. Certains grès sont rouges et doivent cette couleur à de l'oxyde ferrique ou oligiste (Burnotien). Les grès verts sont teintés non par de la glauconie, mais par de la chlorite.

Un grès renfermant de nombreuses paillettes de mica blanc orientées dans le sens de la stratification, parfois disposées en petits lits, et se divisant facilement dans ce sens, s'appelle, en Belgique, un *psammite*. Les plus connues de ces roches sont les *psammites du Condroz* (Famennien supérieur) qui fournissent les *pavés de l'Ourthe*. Les psammites abondent dans le terrain houiller.

Quand un psammite est fortement calcareux, on lui donne le nom de *macigno*. Des roches de ce genre accompagnent les psammites du Condroz et se retrouvent dans le Devonien moyen.

La *grauwacke* du terrain devonien de Belgique est un schiste fortement arénacé ou un grès, originairement très calcarifère, micacé, gris bleu, mais que l'on trouve d'ordinaire à l'état décalcifié, oxydé et teinté en brun avec production de cavités laissées par le carbonate de chaux des

fossiles. C'est, en un mot, une sorte de macigno décalcarisé (grauwacke de Bure, etc.).

Dans le terrain silurien de l'Ardenne et du Brabant, les grès sont représentés par les *quartzites*. Un quartzite diffère d'un grès en ce que les grains en sont soudés les uns aux autres par un ciment siliceux cristallin, au lieu d'être simplement collés, cimentés entre eux. Dans le quarzite typique, la cassure est conchoïde et lisse, au lieu d'être grenue comme dans le grès. Ces roches renferment habituellement, outre le quartz, une série de minéraux non clastiques qui s'y sont formés dans l'acte qui a donné naissance au quartzite aux dépens d'un grès (mica, chlorite, magnétite, pyrite, etc.). Le quartzite, en effet, est un grès dont les éléments ont pris une structure cristalline sous certaines influences dont nous dirons plus tard quelques mots. Cette transformation est un cas de *métamorphisme*, et la roche qui l'a subie est dite *métamorphique*.

Avant de quitter les roches siliceuses primaires, nous rappellerons le *phtanite*, qui est une roche sédimentaire, et le *chert*, qui forme des concrétions analogues au silex.

Les roches argileuses des terrains primaires sont surtout représentées par les *schistes* dont nous avons les types dans les schistes de Famenne et les schistes houillers. D'autres schistes sont plus ou moins arénacés, plus ou moins micacés, etc. Ces roches sont souvent colorées en noir, en rouge, en vert, etc., par de la matière charbonneuse, de l'oligiste, de la chlorite, etc.

Le schiste proprement dit est une roche cohérente mais peu dure, à cassure terreuse, pouvant présenter, en même temps ou séparément, une *schistosité* et un *clivage schisteux*.

Le clivage schisteux est particulièrement bien développé dans les schistes ardoisiers cambriens, qui rentrent déjà dans la catégorie des phyllades et dont nous avons plus haut donné

les caractères (v. p. 194). La nature cristalline de ces roches les classe parmi les roches métamorphiques. Ce sont d'anciens schistes argileux dont le silicate d'alumine, avec les impuretés mélangées, a engendré des minéraux nouveaux sous certaines influences parmi lesquelles il faut citer en première ligne une compression intense, cause première du clivage schisteux.

Le métamorphisme n'est d'ailleurs pas, en Belgique, limité au Cambrien. Il affecte aussi beaucoup de roches du Devonien inférieur de l'Ardenne. Nous nous bornerons à citer comme exemple les *ardoises* d'Alle, Bertrix, etc., appartenant au Taunusien.

Alors que toutes les roches précédentes doivent leur origine à un dépôt mécanique de grains sableux ou de particules argileuses, les *calcaires* primaires, comme ceux du Crétacique et du Jurassique, sont dus, d'une façon plus ou moins directe, à l'activite organique.

Certains calcaires se présentent comme des masses sans stratification, véritables récifs formés par des réunions de coraux ou d'organismes analogues (Stromatoporoïdes) ayant vécu sur place. Tels sont les *marbres rouges* de l'Entre-Sambre-et-Meuse et les *marbres Sainte-Anne*, appartenant au Frasnien. D'autres, quoique disposés en couches, sont également formés en majeure partie de coraux et de stromatopores engagés dans une pâte calcaire (*marbre Florence*). D'autres, enfin, nettement stratifiés, consistent en débris menus de coraux, coquilles, crinoïdes, etc., ou en une masse calcaire fine provenant de la trituration de coraux, etc. Dans l'étage du Calcaire carbonifère, les calcaires à crinoïdes, dont le type est le *petit granite*, jouent un rôle important (v. p. 150). Dans le même étage, il existe des *calcaires oolithiques*, des calcaires bréchoïdes ou *brêches*, etc. Ces derniers se présentent comme formés par des fragments anguleux de calcaire cimentés par des débris plus fins ou de la calcite cristalline (marbres dits brêches de Waulsort, de Landelies).

Certaines de ces brèches se sont formées, dans les mouvements de dislocation, par le broiement sur place des couches calcaires.

Les *calcschistes* ou *calschistes* sont des calcaires fortement argileux, souvent schistoïdes, qui conviennent à la fabrication de la chaux hydraulique, du ciment Portland naturel, etc. Ces roches constituent la plus grande partie du calcaire carbonifère des environs de Tournay.

Aux calcaires carbonifère et frasnien sont subordonnés des *dolomies* dont nous avons dit quelques mots plus haut (v. p. 149 et p. 154). On les considère comme provenant de la transformation de calcaires par une *substitution chimique* opérée par des eaux chargées de sels magnésiens.

Les *calcaires métamorphiques* n'existent pas en Belgique. Leur type est le marbre blanc de Carrare.

Parmi les roches siliceuses primaires ayant, au moins partiellement, une origine organique plus ou moins directe, nous nous bornerons à citer les *cherts* et même certains *phtanites*.

Les roches organiques d'origine végétale jouent un rôle important dans le terrain carbonifère : ce sont les *houilles*. Nous avons, précédemment, déjà rencontré d'autres charbons : la *tourbe* dans les terrains modernes et pleistocènes et le *lignite* dans le Tertiaire et le Crétacique. Dans ces divers types de combustibles, le degré de fossilisation, de carbonisation, est en rapport avec l'ancienneté ; la tourbe renferme 50 à 60 °/₀ de carbone, le lignite de 60 à 75, la houille de 75 à 90. Dans l'*anthracite*, qui est représenté dans le Houiller, le calcaire carbonifère et les psammites du Condroz, par quelques minces veinules sans importance, il y a toujours plus de 90 °/₀ de carbone. Enfin, le *graphite* est du charbon métamorphique, d'une pureté presque absolue ; on ne le rencontre en Belgique que comme matière colorante noire de certains phyllades reviniens.

§ 21.

La revue à laquelle nous venons de nous livrer et celle qui a été faite au § 10 nous ont éclairés sur la nature des matériaux qui constituent le sol de notre pays. Nous avons pu constater que ces matériaux sont, au fond, très peu variés, mais se présentent sous des aspects assez divers, en rapport, d'une façon générale, avec leur ancienneté. Les uns peuvent être appelés *normaux* (sables, argiles, craies, etc.) ; d'autres sont *transformés* (grès, schistes, calcaires primaires), et d'autres, enfin, sont plus ou moins *métamorphisés* (quartzites, phyllades, etc.). Si l'on en excepte quelques dépôts éoliens, les cailloux, sables, argiles et calcaires, quel que soit leur état actuel, ont été déposés en *couches*, sur le fond de bassins aqueux ; ils sont *sédimentaires* et *stratifiés*. Les cailloux, les sables et les argiles consistent en éléments arrachés à des roches plus anciennes ; ils sont *clastiques* ou *fragmentaires*. Les calcaires, dont quelques types ne sont ni stratifiés ni clastiques mais massifs et construits, de même que les combustibles, doivent leur origine à l'activité d'êtres vivants. Enfin, la plupart de ces matériaux sont susceptibles de renfermer des vestiges d'animaux ou de plantes enfouis au moment de leur dépôt, des *fossiles*.

Mais il entre aussi, dans la composition de l'écorce terrestre, des roches qui ne sont ni clastiques ni stratifiées et qui ne renferment jamais de traces d'êtres vivants. Ces roches qui, en certaines régions, peuvent constituer la surface de pays entiers, sont peu abondantes en Belgique. C'est pourquoi nous les avions, jusqu'ici, laissées dans l'ombre.

L'une de ces roches est représentée par la pierre à pavés de Quenast et de Lessines.

A Quenast, à 27 kilomètres au Nord-Nord-Est de Mons, d'immenses carrières sont ouvertes qui fournissent annuellement d'énormes quantités de pavés et de pierres concassées pour ballast de voies ferrées, macadam de routes, etc.

La carte géologique montre que la pierre exploitée occupe sur la rive droite de la Senne un espace ovoïde d'environ 1.350 mètres dans sa plus grande longueur. Cet espace est isolé au milieu d'une région formée par des schistes siluriens fortement redressés. Des nappes de terrain yprésien s'étendent au-dessus des schistes et de la pierre à pavés qui n'affleurent que dans la vallée de la Senne.

Les travaux d'exploitation et de reconnaissance ont démontré que la roche à pavés est nettement séparée du schiste encaissant et qu'elle remplit une sorte de cheminée verticale grossièrement cylindrique pratiquée dans ces schistes comme à l'emporte-pièce.

Voilà, certes, des conditions de gisement que nous n'avions pas rencontrées jusqu'ici. La roche, envisagée en elle-même, s'écarte également de tout ce que nous connaissions déjà. Quand on examine les surfaces mises à découvert dans les carrières, on n'y voit, ni en grand ni en petit, de traces de stratification, de schistosité ou de clivage schisteux. La pierre offre une apparence *massive* très remarquable.

Si nous en détachons un fragment et que nous l'examinons de près, à l'œil nu ou à la loupe, nous constatons que la roche consiste en une pâte d'apparence homogène, dans laquelle sont enchâssés des *cristaux*. Ces cristaux consistent en feldspaths plagioclases, quartz, mica noir, augite, hornblende, magnétite, ilménite. Quant à la pâte, examinée au microscope, elle se montre formée de très petits cristaux ou de grains cristallins de feldspath, de quartz, etc.

Les minéraux qui constituent la roche de Quenast ne se présentent donc pas comme des fragments brisés, arrachés à une roche plus ancienne ; ils paraissent s'être formés sur place, avoir cristallisé dans la roche même. Celle-ci est une *roche cristalline* et non plus une roche clastique. Ses éléments ne sont pas disposés en lits ; la structure et la composition de la roche sont homogènes (à part des variations locales, non régulières, dans la proportion des minéraux, la

grosseur du grain, etc.) ; elle est donc bien *massive* en petit comme en grand. Ajoutons qu'on n'y trouve pas de fossiles, ni aucune trace de substances auxquelles on pourrait attribuer une origine organique.

Tous ces caractères montrent que nous n'avons pas affaire à une roche déposée dans l'eau, sédimentaire.

Si le cas que nous venons de décrire était unique sur la terre, nous devons convenir qu'il ne serait pas aisé d'établir l'origine de cette *roche cristalline massive*. Mais ses caractères de composition et de structure joints à certains phénomènes que nous pouvons observer dans la nature actuelle, nous permettent d'affirmer que la roche de Quenast a passé par l'état de *fusion ignée*, qu'elle est venue des profondeurs de l'écorce terrestre et s'est consolidée, par refroidissement, dans la cheminée verticale où nous la retrouvons aujourd'hui. C'est, pour dire le mot, une *roche éruptive*. On la nomme en Belgique *porphyrite quartzifère* [1].

Les phénomènes actuels auxquels nous venons de faire allusion sont les *éruptions volcaniques*.

Un volcan est un appareil par lequel des masses liquides (ou du moins pâteuses) à haute température, provenant des profondeurs de la terre, se font jour à la surface. On voit aujourd'hui, en diverses parties du monde, des magmas fondus sortir des orifices volcaniques, s'épandre en coulées ou en nappes de *laves* et se solidifier. Ces magmas en fusion sont comparables à des *verres* de composition complexe. En se solidifiant, ils donnent lieu à des roches de texture cristalline renfermant généralement une certaine proportion de matière vitreuse. Mais tous les magmas ne viennent pas s'épancher à la surface. Parfois, ils pénètrent dans des fentes de l'écorce terrestre, où ils se solidifient sous forme de *filons*

[1] La pierre exploitée à Bierghes, non loin de Quenast, est une autre roche éruptive, appelée *porphyre*.

éruptifs; d'autres s'injectent par un joint de stratification au milieu d'un système de couches et donnent lieu à des *nappes intrusives*. Dans certains cas, une nappe de lave vient s'épancher sur le fond d'un bassin marin où s'opère une sédimentation active ; cette nappe étant plus tard recouverte par les sédiments, devient *interstratifiée*. Enfin des magmas se sont consolidés à de grandes profondeurs sous des volumes considérables et ne nous sont connus que grâce à des dislocations suivies de dénudations qui les ont mis à découvert.

On peut considérer la roche de Quenast comme un magma consolidé dans la cheminée d'un volcan, à une profondeur modérée.

La partie la plus visible d'un volcan, le *cône*, au sommet duquel la cheminée débouche par le *cratère*, consiste surtout en menus fragments de lave projetés par les explosions gazeuses qui accompagnent ordinairement les éruptions. La plupart de ces cônes volcaniques sont peu consistants et offrent une proie facile aux érosions atmosphériques. Leurs débris, entraînés par les eaux, vont s'accumuler en couches peu inclinées au pied du volcan ou sont emmenées vers des rivières, des lacs ou la mer. Ainsi se forment ce qu'on appelle les *tufs volcaniques* ; nous en avons un exemple dans le *trass* de l'Eifel, dont on fait des mortiers hydrauliques.

Or, on connait, dans le Silurien de Belgique, des couches, régulièrement interstratifiées dans les schistes, de véritables tufs volcaniques. Nous citerons ceux de Pitet, sur la Mehaigne. Il est probable que les matériaux du cône du volcan de Quenast ont servi à édifier des roches analogues.

§ 22.

Nous nous sommes arrêté un instant plus haut (v. p. 141) sur les veines de *calcite* traversant les couches du calcaire carbonifère du nord du bassin houiller.

La présence de veines de calcite est chose banale dans les calcaires primaires et nous avons jugé inutile, dans la suite de notre exposé, de les signaler en chaque occasion. Les fentes incomplètement remplies présentent souvent de beaux cristaux de calcite. Ce minéral est parfois accompagné de *fluorine* (Ca F).

Dans les grès, les schistes et surtout dans les quartzites et les phyllades primaires, on remarque aussi, très fréquemment, des veines blanches coupant les couches dans divers sens. Mais ces veines ne consistent plus en calcite, elles sont formées par du *quartz* blanc laiteux, souvent accompagné de cristaux.

En certains endroits du pays, notamment dans la zone des calcaires devoniens du bord sud du bassin de Dinant, entre Couvin et Marche, on trouve des veines remplies de *barytine* ($Ba\ SO_4$).

Quand les veines de quartz, de calcite, etc., présentent une certaine épaisseur et une certaine continuité, elles méritent le nom de *filons*. Les veines et filons peuvent former tous les angles possibles avec la stratification des terrains où ils sont enclavés.

Il y a, dans notre pays, des veines et des filons où les quatre minéraux pierreux ou lithoïdes que nous venons de citer (quartz, calcite, fluorine, barytine), mais spécialement les deux premiers, sont accompagnés de minéraux métallifères ou *minerais*. Nous avons, plus haut, mentionné la présence, à Sirault près Saint-Ghislain, d'une veine renfermant à la fois de la calcite et de la galène (Pb S), enclavée dans le calcaire carbonifère supérieur. Aux environs de Viel-Sam, des filons quartzeux qui traversent le Cambrien renferment par places de l'*oligiste cristalline* ($Fe_2\ O_3$), de la *chalcopyrite* ($Cu\ Fe\ S_2$), de la *bornite* ($Cu_5\ Fe\ S_4$), de la *chalcosine* ($Cu_2\ S$), etc. Ailleurs, des veines ou des filons de quartz, calcite ou barytine, renferment de la *pyrite* ($Fe\ S_2$), de la *galène* (Pb S), de la *blende* (Zn S).

Les concentrations *locales* de minéraux, comme celles qui remplissent les veines et les filons, ou qui, en général, sont intercalées accidentellement dans les *roches*, constituent des *gîtes*. Ceux qui renferment des minerais sont des *gîtes métallifères*. Les minerais y sont généralement accompagnés de minéraux pierreux qui sont leurs *gangues*. Les gîtes qui ne sont formés que de minéraux pierreux sont les *gîtes minéraux*, *lithoïdes* ou *pierreux*.

Les gîtes n'ont, au point de vue géologique pur, qu'une importance très restreinte. Ce ne sont que des accidents très localisés dont la masse est négligeable vis-à-vis de celle des roches. Mais, par suite de la nature de leur contenu, beaucoup de gîtes ont un *intérêt économique* considérable.

Les veines et les filons, métallifères ou exclusivement minéraux, ne sont pas les seuls types de gîtes. Nous avons déjà rencontré des exemples de gîtes *stratifiés*, c'est-à-dire de *couches* de composition spéciale, les uns *minéraux* (gîtes *phosphatés* de Ciply, de Baudour), les autres *métallifères*. [*Oligiste oolithique* du Famennien (v. p. 153), du Frasnien (v. p. 176), du Couvinien (v. p. 184) ; *limonite oolithique* ou *minette* du Jurassique inférieur du Luxembourg et de la Lorraine (v. p. 120), etc.]. Nous pouvons ajouter à ces gîtes métallifères stratifiés, les *imprégnations* de minerais de cuivre qui se rencontrent parfois dans des psammites burnotiens, notamment à Rouveroy et à Bougnies près de Mons [1].

Les gîtes, qu'ils soient filoniens ou stratifiés, subissent l'influence superficielle des eaux météoriques au même titre que les roches. C'est pourquoi les minerais, au-dessus du niveau de la nappe aquifère, sont généralement *altérés*. Dans la partie profonde inaltérée des gîtes, les minerais se présentent sous forme de sulfures (pyrite, galène, blende,

[1] Le gîte de Rouveroy a été concédé. C'est la seule concession de mine de cuivre de notre pays. Elle est d'ailleurs inexploitée.

etc.), et de combinaisons arséniées, antimoniées, etc., mais dans les parties superficielles, les métaux sont passés en partie sous des formes oxydées, carbonatées, etc. ; le fer se trouve à l'état de *limonite*, le plomb à l'état de *cérusite* ($Pb\ CO_3$) ou de *pyromorphite* ($Cl\ Pb_5 (PO_4)_3$), le zinc à l'état de *calamine* ($H_2\ Zn_2\ Si\ O_5$) ou de *smithsonite* ($Zn\ CO_3$).

Les gîtes métallifères de notre pays qui ont fourni les plus grandes quantités de minerais de zinc et de plomb et même nos premiers minerais de fer, ne sont ni des gîtes stratifiés, ni des filons proprement dits. Ce sont des sortes *d'amas*, intercalés dans les terrains primaires à la limite de schistes et de calcaires, devoniens ou carbonifères. Ces amas ne sont jamais très étendus en longueur ni en largeur, et ils se terminent rapidement en coins vers le bas. L'étude de ces dépôts est des plus intéressantes, mais elle sort du cadre d'un exposé préliminaire.

§ 23.

Nous avons suivi pas à pas, dans les paragraphes qui précèdent, la série de nos terrains stratifiés, depuis les alluvions modernes des vallées et les dépôts de la plage, jusqu'aux phyllades et quartzites du Cambrien inférieur. Nous avons cherché à montrer partout les superpositions successives des étages et, pour ne laisser échapper aucun terme intermédiaire, nous avons dû pénétrer déjà sur le territoire de pays voisins.

A propos de chaque étage, nous sommes parvenus à trouver *sur quoi il repose*, c'est-à-dire quel est le terrain plus ancien sur lequel il s'est déposé [1].

[1] La lecture de ce qui a été exposé dans les précédents paragraphes sur la géologie de la Belgique sera rendue plus fructueuse par l'usage de l'excellente *Carte géologique de la Belgique et des provinces voisines*, par G. Dewalque. Echelle de 1 : 500.000. 2e édition, 1903. (Paris et Liége, Béranger), parue pendant l'impression du présent travail.

Mais au point où nous en sommes arrivés, nous nous trouvons *a quia*. Nulle part, dans la région belge, nous ne parvenons à découvrir le substratum du Cambrien inférieur. Nous le rencontrons partout recouvert ou entouré de terrains plus récents, mais nous ne voyons pas sa base. Cependant, les quartzites et les phyllades du Devillien ont été primitivement des sables et des argiles et les grains de ces sables, comme les particules de ces argiles, ont dû être arrachés à des terrains plus anciens que le Devillien.

Ces terrains antérieurs au Devillien sont, dans nos régions, ensevelis sous les formations plus récentes ; pour les voir affleurer, nous devrions nous écarter beaucoup des frontières de la Belgique et nous transporter par la pensée dans des régions situées loin du champ de nos excursions géologiques. Aussi nous bornerons-nous, sans prendre d'exemples concrets, à caractériser en quelques mots et d'une façon générale la série des formations plus anciennes que le Cambrien.

Dans certaines régions de l'Europe et de l'Amérique du Nord, on voit le Cambrien reposer en discordance[1] sur un système de phyllades très variés accompagnés de quartzites, de calcaires, parfois de poudingues, en général *fortement métamorphisés*. Cette formation constitue l'*Algonkien*[2]. On n'y trouve pas de fossiles proprement dits ; c'est à peine si de vagues traces ou empreintes attribuées à des vers, à des éponges, à des algues, font cependant reconnaître l'existence de la vie à l'époque correspondante. D'autre part, nous avons vu que les calcaires intercalés dans les formations stratifiées ont, dans presque tous les cas, une origine organique. On peut donc, par analogie, supposer que les calcaires algonkiens sont dus à l'activité d'êtres vivants. Ajoutons que le

[1] Il y a parfois concordance complète entre le Cambrien et l'Algonkien.

[2] *Algonquins*, tribu indienne des États-Unis et du Canada.

charbon qui, dans tous les terrains où il se rencontre, apparait comme de nature végétale, existe dans l'Algonkien à l'état de schistes charbonneux.

Nous savons que nos terrains siluriens de Belgique renferment incomparablement moins de fossiles que nos terrains devoniens, et ils en contiennent d'autant moins qu'ils sont plus métamorphisés. Il est donc probable que c'est le métamorphisme qui a fait disparaître des sédiments algonkiens les traces des êtres vivants contemporains de leur dépôt.

L'ensemble de l'Algonkien atteint dans l'Amérique du Nord des épaisseurs de 15.000 mètres et davantage ; mais il est, en réalité, formé par plusieurs systèmes en discordance entre eux. Il correspond peut-être à un laps de temps plus long que tout le restant de l'époque primaire.

Quoi qu'il en soit, dans la manière de voir la plus généralement adoptée, on est convenu de considérer l'Algonkien comme un *système* que l'on place à la base du groupe primaire.

Le groupe primaire a donc la composition suivante :

GROUPE PRIMAIRE	SYSTÈME PERMIEN.
	» CARBONIFÈRE.
	» DEVONIEN.
	» SILURIEN.
	» ALGONKIEN [1].

§ 24.

Arrivés ainsi, d'échelon en échelon, à la base de la série des terrains fossilifères, nous nous trouvons dans la situation d'un

[1] Ou système *précambrien*.

historien qui, remontant pas à pas toutes les étapes de l'histoire des peuples de l'ancien continent, en se basant sur les textes, les monnaies, les ruines des monuments, etc., serait parvenu jusqu'aux plus anciens vestiges des civilisations égyptienne, chaldéenne ou chinoise. Cela ne le reporterait guère à plus de 5.000 ans ; mais l'humanité est bien plus ancienne que les débuts de ce qu'on appelle la période historique. L'homme qui a taillé les silex de Spiennes a certainement vécu de nombreux millénaires avant Sargon et Fu-Hi. Et pourtant, on peut dire que l'atelier de Spiennes ne date que d'hier, en comparaison de l'énorme antiquité des silex utilisés par l'homme du début du Pleistocène. Derrière l'histoire proprement dite, se placent les âges, immenses et obscurs, de ce qu'on est convenu d'appeler la Préhistoire.

La Terre comme l'Humanité a son histoire dont les archives et les monuments sont les terrains stratifiés fossilifères et où les débris des animaux et des plantes, contemporains de leur dépôt, jouent le rôle de monnaies, de médailles et de documents épigraphiques [1]. Dès que, remontant la série des âges de la Terre, nous arrivons à des terrains qui ne renferment plus de fossiles, l'histoire de la croûte terrestre devient obscure, nous entrons dans la Préhistoire et, pour la Terre comme pour l'Humanité, on peut dire que les temps préhistoriques sont incomparablement plus longs que la période historique entendue dans le sens le plus large.

Dans les régions où l'on peut voir la base des sédiments algonkiens les plus anciens, on constate qu'ils reposent en discordance de stratification sur des terrains plus anciens encore, absolument dépourvus de fossiles et dont les roches présentent, avec une apparence générale stratifiée, un caractère cristallin des plus prononcés.

C'est le *Terrain archéen* [2].

[1] Cette comparaison n'est pas nouvelle.

[2] Il est bon ici d'éviter le mot *système* dont l'emploi, nous l'avons vu, est déjà abusif en ce qui concerne l'Algonkien.

Le terrain archéen est constitué par l'ensemble des formations d'apparence stratifiée qui sont plus anciennes que la base de l'Algonkien. Il peut être recouvert par l'Algonkien ou par tout autre terrain et, en outre, il se présente à nu sur d'immenses étendues de pays.

L'Archéen forme le substratum général de tous les terrains sédimentaires ; il se montre au jour partout où les dénudations ou les dislocations ont fait disparaître la couverture de terrains plus récents, et ses caractères sont d'une grande uniformité.

C'est la plus répandue de toutes les formations géologiques. On la trouve sur tous les continents, affleurant sur des régions plus ou moins étendues, et, là où on ne la voit pas au jour, on peut affirmer qu'un sondage suffisamment prolongé finirait toujours par l'atteindre. Elle forme, autour des masses intérieures, inaccessibles, de la terre, une enveloppe continue, une carapace sur laquelle tous les autres terrains sont appliqués comme des écailles, souvent très étendues mais toujours limitées, tandis que l'Archéen est ininterrompu.

La puissance de l'Archéen est énorme, mais son épaisseur réelle est inconnue, puisque nulle part on n'en voit la base. Il se présente toujours à l'état fortement disloqué et, le plus souvent, des roches éruptives à gros grain entrent dans sa constitution sous forme de massifs, de filons, de veines ou de fines injections. Enfin, les gîtes métallifères y abondent.

Ce qui distingue la plupart des roches archéennes, sans toutefois les caractériser d'une façon exclusive, c'est une structure stratoïde, souvent feuilletée, jointe à une texture fortement cristalline ; ce sont, en d'autres termes, des *schistes cristallins*. On y trouve, surtout dans les parties considérées comme les moins anciennes, des *phyllades*, formés par une association de séricite, de chlorite et de quartz, d'un caractère généralement plus cristallin que nos schistes ardoisiers cam-

briens, d'un gris foncé bleuâtre ou verdâtre, satinés sur les feuillets. Des roches très feuilletées, exclusivement formées de séricite, onctueuses au toucher et improprement appelées *talcschistes*, se rattachent aux phyllades.

Beaucoup plus répandus dans l'Archéen sont les *micaschistes*, formés de mica, noir ou blanc, en grandes écailles disposées parallèlement et accompagnées de quartz. Il y a des micaschistes où le quartz domine et qui, par des intermédiaires de plus en plus pauvres en mica, passent à des *quartzites*.

Les *chloritoschistes* sont des roches vertes très feuilletées formées par des lamelles de chlorite, souvent accompagnées de quartz. D'autres roches schistoïdes, d'un vert plus foncé, constituées par de l'amphibole hornblende et du quartz, sont les *schistes amphiboliques*. Quand la hornblende forme à peu près exclusivement la roche, on a une *amphibolite*.

Parmi les roches que nous venons de citer, on trouve parfois intercalées des couches ou des lentilles de *calcaires cristallins* le plus souvent micacés (*cipolins*).

Mais les roches les plus répandues dans le terrain archéen et les plus caractéristiques du système sont les *gneiss*.

Un *gneiss* est une roche plus ou moins feuilletée, consistant en minces lits d'un mélange de grains de quartz et de feldspath, séparés par des lits plus minces de lamelles de mica blanc ou de mica noir. Quand le mica est remplacé par de la hornblende, on a le *gneiss amphibolique*. Parfois c'est du graphite qui joue le rôle d'élément pailleté (*gneiss graphiteux*). Des sortes de gneiss sans mica, non feuilletés, souvent remplis de grenats, s'appellent *leptynites*.

Les gneiss se rencontrent sous des épaisseurs énormes dans les zones les plus anciennes de l'Archéen. On remarque, dans beaucoup de régions archéennes, que les gneiss, dans leurs parties les plus anciennes, perdent leur schistosité ; le mica, au lieu d'être disposé en lits espacés, se présente en lamelles

disséminées qui perdent leur parallélisme ; en même temps, la roche devient plus grenue. On a ainsi des *gneiss granitoïdes*. Plus bas encore, ces roches deviennent de plus en plus massives et ne se distinguent plus des *granites*.

Les *granites*, agrégats massifs et grenus de quartz, feldspath et mica, sont des roches éruptives c'est-à-dire solidifiées aux dépens d'un magma fondu. Ils constituent donc le substratum des roches archéennes stratoïdes et feuilletées, et on les trouve, en outre, *intercalés* dans les terrains archéens, en massifs étendus, en filons épais, etc.

Nous avons dit plus haut que le fait d'être à la fois cristallines et feuilletées n'est pas absolument propre aux roches archéennes. En effet, on connaît de nombreux faits qui démontrent que sous l'influence d'un *métamorphisme* intense, les roches sédimentaires primaires, secondaires et même tertiaires, peuvent prendre une composition minéralogique, une texture cristalline et une schistosité qui ne permettent pas de les distinguer des schistes cristallins *archéens* [1]. Ainsi, certains *gneiss granitoïdes* des Alpes, cités autrefois comme des exemples classiques de terrain archéen et rangés dans sa partie la plus ancienne, sont aujourd'hui considérés comme des schistes carbonifères fortement métamorphisés.

Il résulte de ces faits qu'on ne peut avec certitude appeler *archéennes* que les formations schisto-cristallines manifestement inférieures à l'*Algonkien*. Si l'on trouve, par exemple, le système devonien reposant sur des schistes cristallins, il faut y regarder à deux fois avant d'affirmer que ces roches sont archéennes ; elles pourraient, dans certains cas, représenter le Silurien ou l'Algonkien fortement métamorphisés.

[1] Il arrive que des schistes cristallins d'âge primaire aient conservé, par extraordinaire, des traces de fossiles qui permettent de déterminer leur âge réel, malgré leur métamorphisme avancé.

Une autre conséquence à tirer de ce que nous venons de dire, c'est qu'on est logiquement amené à considérer les schistes cristallins archéens comme des roches sédimentaires, antérieures à l'Algonkien, fortement métamorphisées. Les actions qu'elles ont subies en auraient fait disparaître toute trace figurée de fossiles, mais il faut remarquer que l'on trouve dans l'Archéen des calcaires et des charbons cristallins (graphite) dans lesquels on peut voir des témoins de l'existence d'êtres vivants.

Mais il y a, en outre, des roches schistoïdes archéennes qui proviennent de roches massives, éruptives, auxquelles des efforts mécaniques ont donné par laminage une structure feuilletée.

La doctrine de la nature métamorphique de l'Archéen rallie aujourd'hui la majorité des géologues qui ont étudié ce terrain. Cependant, certains savants de très grande autorité se font de l'origine de la formation archéenne une idée toute différente. Partant de l'hypothèse, rationnellement vraisemblable, mais non matériellement démontrée, de la fluidité primitive de notre planète, ils considèrent les parties qui paraissent les plus anciennes du terrain archéen, c'est-à-dire les granites auxquels passent vers le bas les gneiss granitoïdes,comme les produits directs de la solidification primitive de l'écorce terrestre. Quant aux gneiss et aux autres schistes cristallins, ils se seraient formés, immédiatement après la solidification de la croûte granitique et la condensation des premiers océans, par une sorte de sédimentation à la fois mécanique et chimique et dans des conditions tout à fait spéciales de température, de pression, etc.

Mais nous venons de pénétrer de plain pied dans le domaine des hypothèses et des conjectures. C'est le moment de terminer cette première partie où nous nous étions efforcé, jusqu'ici,de ne produire que des faits, de ne présenter que les parties positives de la science de la Terre.

SECONDE PARTIE

§ 1.

La Terre est un astre ayant la forme d'un ellipsoïde de révolution, de très faible aplatissement (1/299) et légèrement déformé.

Environ 72 °/₀ de la surface externe de la Terre sont recouverts de nappes aqueuses appelées *Océans*, renfermant 3.5 °/₀ de sels dissous et d'une épaisseur moyenne de 2.500 mètres. L'ensemble est entouré par une enveloppe gazeuse continue, l'*Atmosphère*.

Le rayon terrestre moyen est de 6.366.738 mètres. Les mines les plus profondes ne vont que jusque 1.400 à 1.500 mètres et les sondages n'ont guère dépassé 2.000 mètres, c'est-à-dire moins de 1/3000 du rayon terrestre.

Bien que la stratigraphie nous permette de nous rendre compte de la composition du sol jusqu'à des profondeurs beaucoup plus grandes, on peut dire que nous ne connaissons directement que les portions tout à fait extérieures de la Terre. Quand nous voulons nous faire une idée de la composition et de l'état physique des parties centrales ou même des régions immédiatement inférieures aux masses rocheuses que nous connaissons, nous en sommes réduits à des hypothèses, à des conjectures. Ne pouvant acquérir des notions positives sur des choses qui échappent à l'observation géologique, nous sommes forcés d'avoir recours à des considérations d'ordre physique. En d'autres termes, le géologue cède ici le pas au physicien, à l'astronome, au mathématicien. Et ces savants, ayant à résoudre des problèmes dont les données sont très rares, peu précises et souvent incertaines, arrivent à des solutions parfois très éloignées les unes des autres,

La densité de l'ensemble du globe terrestre est 5.59. Cette densité est très élevée relativement à celle de la partie extérieure, accessible directement à nos recherches, qui n'est que la superficie de ce que nous appelons la *croûte terrestre* ou l'*écorce terrestre*.

Les roches qui forment la plus grande masse de cette croûte, c'est-à-dire le granite et le gneiss, ont une densité de 2.5 à 2.7. Les minéraux les plus répandus, le quartz et le feldspath, ne pèsent que 2.65 et 2.56.

En somme, on estime la densité moyenne de la croûte terrestre à 2.5. En tenant compte des masses aqueuses des océans qui, à un certain point de vue, en font partie, on abaisse ce chiffre à 2 environ.

Cette grande différence entre la densité moyenne du globe et celle de sa partie extérieure prouve que l'intérieur de notre planète est occupé par des masses beaucoup plus lourdes que les roches qui constituent l'écorce. Leur densité doit dépasser notablement 5.59.

On admet généralement que l'intérieur du globe est formé en grande partie par des masses riches en métaux lourds, surtout en *fer*.

§ 2.

Sous nos climats, les variations diurnes de la température de l'air ne se font plus sentir à 1 m. de profondeur et, à 20 m., les variations annuelles n'ont plus aucun effet.

Pour chaque endroit du globe, il existe une profondeur à partir de laquelle, l'influence solaire ne se faisant plus sentir, la température est absolument et perpétuellement constante; la température de ce point est égale à la moyenne annuelle de la surface du sol.

La réunion de ces points forme une surface qui s'enfonce plus ou moins selon les climats, et que l'on peut appeler la *surface neutre*.

En dessous de la surface neutre, on constate dans tous les pays du monde, que la température s'élève à mesure qu'on descend. La Terre possède donc une *chaleur propre*.

La profondeur, mesurée en mètres, dont il faut descendre pour observer un accroissement de 1° C., s'appelle le *degré géothermique* du lieu.

Le degré géothermique, assez différent selon les endroits et susceptible de varier avec la profondeur, est, dans le Hainaut, d'environ *30 mètres* [1].

Bien que l'on n'ait pu mesurer la température de l'écorce terrestre que jusqu'à la faible profondeur de 2.003 mètres (1/3.178 du rayon terrestre), on n'hésite pas à affirmer que cette température augmente jusque dans les parties centrales du globe. Ce principe, une fois admis, mène aux déductions suivantes.

La chaleur tend à liquéfier puis à vaporiser les roches ; la compression agit en sens inverse. Mais la pression subie par les parties intérieures de la terre et qui croît à partir de la surface, atteint bientôt son maximum, puis diminue à mesure qu'on se rapproche du centre, tandis que la température ne cesse de s'accroître. Il arrive un moment où les roches doivent se trouver à l'état liquide. A des profondeurs plus grandes encore, la chaleur continuant à augmenter, les masses minérales se trouvent à une température supérieure à leur température critique et ne peuvent plus exister qu'à l'état gazeux, quelle que soit d'ailleurs la pression à laquelle elles sont soumises.

La partie centrale de la terre est donc occupée par un sphère de gaz à l'état hypercritique. Entre l'enveloppe rocheuse que nous connaissons et le noyau gazeux, il existe une série de zones formant le passage graduel de l'état solide à l'état gazeux. La croûte rigide ne forme qu'une

[1] Exactement 29 m. 61. Observations faites au puits Ste-Henriette du charbonnage des Produits, à Flénu.

carapace relativement mince. A une certaine profondeur, les roches, par suite des conditions physiques du milieu, bien que n'étant pas à proprement parler fluides, se comportent comme une pâte vis-à-vis des pressions. C'est ce qu'on appelle l'état de *plasticité latente*.

A une profondeur plus grande, la plasticité latente passe à la plasticité proprement dite, celle de *magma* pâteux, et celle-ci à la liquidité réelle. Plus bas encore, on arrive à un mélange gazeux et, au centre, les gaz sont probablement dissociés, à l'état atomique.

Il n'y a rien, dans cette théorie, qui soit en contradiction avec le principe de la forte densité des parties centrales de la Terre, car les matières du noyau intérieur, quoique étant maintenues à l'état gazeux par leur température, peuvent présenter, grâce à leur état de compression, une densité très élevée.

Telle est la théorie de S. Günther [1] que nous n'avons citée que pour donner un exemple des hypothèses qui ont été émises sur l'état physique de l'intérieur de la Terre. C'est, en tous cas, la plus logique et celle qui est le moins en désaccord avec les données positives de la Géologie.

§ 3.

Parmi les 75 ou 80 corps simples de la Chimie, il n'y en a qu'un petit nombre qui prennent une part notable à la composition des masses minérales qui constituent l'écorce terrestre. Les autres n'existent qu'en très faible proportion dans les roches, ou ne se trouvent que dans des gîtes très localisés.

[1] S. Gunther. *Lehrbuch der Geophysik*, t. I, p. 357.

Les corps simples les plus répandus dans la croûte terrestre sont, dans l'ordre de leur abondance :

1. — *Oxygène.*
2. — *Silicium.*
3. — *Aluminium.*
4. — *Fer.*
5. — *Calcium.*
6. — *Magnésium.*
7. — *Potassium.*
8. — *Sodium.*
9. — *Titane.*
10. — *Carbone.*
11. — *Hydrogène.*
12. — *Phosphore.*
13. — *Manganèse.*

Et même, parmi ces 13 éléments, les 5 derniers ne se rencontrent dans l'écorce terrestre que dans une proportion inférieure à 1 °/₀.

Si l'on prend pour épaisseur de la croûte superficielle de la terre le chiffre de 100 milles anglais (ou environ 160 km.) avec une densité moyenne de 2.5,et que l'on donne aux océans une densité moyenne de 1.03, on arrive à établir que les poids proportionnels de l'écorce solide des océans et de l'atmosphère sont :

Croûte solide	92.89
Océans	7.08
Atmosphère.	0.03

Soit, en chiffres ronds, 93 °/₀ de masse solides et 7 °/₀ d'eaux marines.

Il résulte de calculs basés sur des centaines d'analyses de roches, d'eaux marines et d'air, que la composition chimique centésimale de l'écorce solide (I), des océans (II), del'atmosphère (III), et la composition moyenne de l'ensemble de ces

trois facteurs (IV), peuvent être exprimées par le tableau suivant :

Éléments	I	II	III	IV
O	47.29	85.79	23.00	49.98
Si	27.21	—	—	25.30
Al	7.81	—	—	7.26
Fe	5.46	—	—	5.08
Ca	3.77	0.05	—	3.51
Mg	2.68	0.14	—	2.50
Na	2.36	1.14	—	2.28
K	2.40	0.04	—	2.23
H	0.21	10.67	—	0.94
Ti	0.33	—	—	0.30
C	0.22	0.002	—	0.21
Cl	0.01	2.07	—	0.15
Br	—	0.008	—	
P	0.10	—	—	0.09
Mn	0.08	—	—	0.07
S	0.03	0.09	—	0.04
Ba	0.03	—	—	0.03
N	—	—	77.00	0.02
Cr	0.01	—	—	0.01

Dans ce tableau, on a négligé les corps simples dont le pourcentage total n'arrive pas à la deuxième décimale.

Il est bien entendu que la colonne I ne s'applique qu'à l'*écorce* du globe et non aux masses internes dont la composition nous est inconnue.

Les 13 éléments cités plus haut comme les plus abondants forment donc à eux seuls les 99.92 centièmes de l'écorce terrestre. Presque tous les métaux qui ont le plus d'importance pour l'homme : l'or, l'argent, le cuivre, l'étain, le plomb, le zinc, n'arrivent pas à la deuxième décimale. Le fer seul, parmi les métaux lourds, est un élément abondant dans la nature.

D'autre part, nous savons que si l'on ne peut donner à l'écorce terrestre qu'une densité de 2.5, la densité de l'ensemble du globe atteint 5.59. Il en résulte que les masses internes, ayant une densité de beaucoup supérieure à 2.5, doivent avoir une composition très différente de celle de l'écorce.

Comme le volume de ces masses internes, quel que soit leur état physique, est beaucoup plus grand que celui de l'écorce, il est clair que si l'on pouvait fondre toute la terre dans un creuset et en faire l'analyse, les résultats obtenus seraient très différents de ceux qui figurent au tableau précédent. On verrait les proportions se modifier et les métaux lourds arriver à un rang prépondérant en même temps que l'oxygène, le silicium et les métaux légers rétrograderaient.

En somme, la terre parait formée d'une enveloppe *oxydée* riche en silicium et en métaux légers, comparable à un laitier clair de haut-fourneau, entourant une masse riche en métaux lourds et comparable à une fonte.

En ce qui concerne le groupement des éléments avec l'oxygène dans l'écorce ou partie oxydée de la terre, voici les résultats fournis par 880 analyses de roches cristallines (pour les combinaisons les plus abondantes) :

Silice ($Si\ O_2$)	58.59
Alumine ($Al_2\ O_3$)	15.04
Oxyde ferrique ($Fe_2\ O_3$)	3.94
» ferreux ($Fe\ O$)	3.48
Chaux ($Ca\ O$)	5.29
Magnésie ($Mg\ O$)	4.49
Potasse ($K_2\ O$)	2.90
Soude ($Na_2\ O$)	3.20
Eau ($H_2\ O$.)	1.96
Oxyde de Titane ($Ti\ O_2$)	0.55
Anhydride phosphorique ($P_2\ O_5$)	0.22
Oxyde de Manganèse ($Mn\ O$)	0.10
Anhydride carbonique ($C\ O_2$)	0.37
	100.13

L'*oxygène* est le plus répandu des éléments de la croûte terrestre ; il forme à peu près 50 °/₀ de la partie solide, 85 °/₀ de la masse océanique, et 23 °/₀ de l'atmosphère. L'oxygène libre de l'atmosphère représente un faible excédent qui ne s'est pas encore combiné aux éléments de l'écorce solide, à l'hydrogène et au carbone.

Le *silicium*, presque toujours uni à l'oxygène dans la silice et les silicates, se classe immédiatement après lui comme importance (plus du quart de la masse).

La *silice* ($Si\ O_2$) forme près de 60 °/₀ de la masse de l'écorce terrestre (58.59 °/₀). A l'état isolé, elle constitue le quartz, le plus abondant des minéraux, extrêmement résistant aux actions physiques et chimiques. Combinée aux oxydes des métaux légers (Al, K, Na, Ca, Mg, etc.) et du fer, elle forme des silicates qui, après le quartz, sont les minéraux les plus communs.

Faisons remarquer, pour finir ce paragraphe, que les résultats de l'analyse spectrale de la lumière du soleil et des étoiles plaident en faveur de l'*unité de composition de l'Univers*. Jusqu'ici, on a constaté la présence dans le Soleil des éléments suivants : H, Co, Rb, U, Ba, Cer, Cd, Pd, Fe, Na, Cr, Sr, Va, Zn, Pb, Mn, K, Ni, Ca, Ti, Mg, Cu, Al. L'hélium a été connu par le spectre solaire avant d'être découvert sur la Terre. Il y a quelques années, un élément de la couronne du Soleil, le coronium, a été trouvé dans les gaz rejetés par le Vésuve et la Solfatare de Pouzzoles.

Le spectre de l'étoile Aldébaran montre : H, Na, Ca, Mg, Fe, Bi, Te, Sb, Hg.

§ 4.

D'après une théorie conçue par Swedenborg et par Kant, développée indépendamment par Laplace et modifiée plus récemment par Faye, du Ligondès, etc., toute la matière du

système solaire a autrefois constitué une seule masse gazeuse sphéroïdale, une *nébuleuse* s'étendant beaucoup au-delà de l'orbite actuelle de Neptune.

Par un processus qui a été exposé de différentes façons par les astronomes qui se sont occupés de ces questions (Laplace, Faye, du Ligondès, etc.), les planètes du système solaire et leurs satellites se sont individualisés aux dépens de cette nébuleuse primitive et l'excédent a formé le Soleil [1].

Après leur individualisation, les planètes et les satellites détachés de la nébuleuse primitive étaient des masses gazeuses à haute température. Se refroidissant sans cesse, d'autant plus rapidement qu'ils étaient moins volumineux, ces astres finirent par passer à l'état liquide en conservant toutefois une atmosphère et, pour nous conformer à la théorie de Günther, un noyau interne gazeux.

Par les progrès du refroidissement, ils commencèrent bientôt à se *solidifier* à partir de la surface.

Représentons-nous la terre aux temps où elle allait commencer à se solidifier.

La terre était un sphéroïde liquide, en grande partie métallique, dont les éléments étaient disposés par ordre de densité croissante de la périphérie au centre. Dans l'espace entourant le globe, flottaient les vapeurs des substances encore à l'état gazeux à la température où en était arrivée la surface et à la pression atmosphérique, très élevée, qui régnait.

A la surface du bain en fusion flottaient les substances les plus légères : la *silice*, les *oxydes d'aluminium*, *de*

[1] Nous ne pouvons ici nous occuper, même brièvement, d'un sujet qui n'a que des rapports éloignés avec la Géologie On en trouvera une excellente synthèse dans un travail de M. l'Abbé Th. Moreux, *Progrès récents de la Cosmogonie*. (Revue des questions scientifiques, 20 avril 1897, pp. 459-495.)

potassium, *de sodium*, *de calcium*, qui s'étaient formés, dès que la température l'avait permis, au contact de l'atmosphère chargée d'oxygène. Une partie de la silice se combina à l'alumine, à la potasse, à la soude, à la chaux, et engendra des *silicates*.

Or, ces oxydes et ces sels sont à la fois les plus légers et les moins fusibles, les plus réfractaires des minéraux. Ils ont donc dû se solidifier les premiers et former, à la surface du bain métallique en fusion, une *scorie*, une *écume*, un *laitier* comparable à celui qui recouvre la fonte qui s'écoule du haut-fourneau quand on les laisse s'échapper en même temps.

Les silicates d'aluminium, potassium, sodium et calcium, constituent les minéraux appelés *feldspaths* ; la silice à l'état libre forme le *quartz*.

Le quartz et les feldspaths sont des minéraux durs, de teinte claire.

Du magnésium et du fer, venus d'une profondeur plus grande, s'unissant aux éléments précédents, ont donné lieu aux *micas*, minéraux pailletés, élastiques, les uns incolores, les autres riches en fer, de teinte foncée ; aux *pyroxènes* et aux *amphiboles*, vert foncé ; à l'*olivine* ou *péridot*, d'un vert jaunâtre.

En résumé, la croûte de solidification primitive du globe, c'est-à-dire la scorie formée à la surface de la masse métallique fondue, était formée essentiellement des minéraux suivants : *quartz*, *feldspaths*, *micas*, *pyroxènes*, *amphiboles*, *olivine*.

Les trois premiers types (quartz, feldspaths, micas) devaient, en tous cas, constituer la plus grande masse de la croûte : or, ce sont précisément les constituants du *granite*.

L'écorce primitive du globe serait donc formée de granite.

Il est arrivé un moment où la température externe s'est suffisamment abaissée, grâce à la formation de la croûte

peu conductrice, pour permettre le passage à l'état liquide d'une partie de l'eau jusque là contenue dans l'atmosphère primitive.

Ainsi se sont formés les *premiers océans*.

Ces océans devaient posséder une haute température et être soumis à une pression atmosphérique énorme.

Grâce à cette température et à cette pression, les eaux tenaient en dissolution une forte proportion de substances diverses, d'activité chimique plus ou moins énergique. Les eaux, et même l'atmosphère, exerçaient sur les matériaux de la croûte des phénomènes de *corrosion chimique*, pendant que les vagues et les courants, causés par les mouvements de l'atmosphère, dégradaient les masses solides de l'écorce. Puis les eaux, arrivant à saturation, *déposaient* sur le fond des substances cristallines en *couches* plus ou moins régulières.

Ces formations, à la fois cristallines et *stratifiées*, sont surtout représentées par les *gneiss*, roches *feuilletées* ayant la même composition que les granites qui en diffèrent par la structure *massive*.

On comprend que dès qu'une croûte continue se fut établie autour de la masse générale en voie de refroidissement, et, partant, de contraction, cette croûte dut fréquemment se déformer, se gondoler, se fissurer, se fendre et permettre aux matières de l'intérieur, encore fondues, de pénétrer, de *faire éruption* dans les fentes et les fissures, de *s'injecter* entre les couches de gneiss et même de venir *s'épancher* à la surface et de se solidifier.

Ainsi se produisirent les premières *roches éruptives* ; elles devaient nécessairement être d'une composition voisine de celle de la croûte primitive : c'étaient des roches du genre du granite et même de vrais granites.

On conçoit que, par les progrès de refroidissement, la croûte s'épaississant, les masses éruptives arrivaient de profondeurs de plus en plus grandes et étaient, par conséquent, de plus en plus *denses*, plus riches en fer.

Ce fer y est à l'état de pyroxènes, d'amphiboles, d'olivine, d'oxydes et parfois même à l'état natif.

Les masses liquides ou pâteuses qui constituent l'intérieur du globe et qui viennent s'épancher à la surface sous forme de laves, renferment d'énormes quantités de *gaz* à haute tension, considérés comme des portions de l'atmosphère primitive, dissoutes avant la formation de l'écorce.

Ils consistent surtout en vapeur d'eau, anhydride carbonique, hydrogène, hydrocarbures, hydrogène sulfuré, anhydride sulfureux, acide chlorhydrique, une série de chlorures, etc.

C'est l'expansion de ces gaz qui donne lieu aux phénomènes violents qui caractérisent les *éruptions volcaniques*, et ils semblent même être la cause de la sortie des laves, par suite de leur tendance à se dégager.

Ces gaz ne se dégagent pas seulement des cheminées volcaniques et des laves rejetées à la surface ; ils s'échappent aussi à travers les fissures de l'écorce terrestre, des roches à l'état liquide situées dans la profondeur, entraînant avec eux, à l'état de composés chimiques, un grand nombre de corps, métaux et métalloïdes qui existent dans la masse en fusion en proportions parfois très faibles.

Quand les gaz viennent se dégager à la surface du sol sous forme de soufflards, ils constituent les *fumerolles* et les *solfatares*, fréquentes autour des volcans.

Ordinairement, ils ne s'échappent pas à l'air libre. Dès qu'ils arrivent dans des parties moins chaudes de l'écorce, la vapeur d'eau, qui en forme la plus grande masse, se condense. L'eau ainsi formée continue à circuler dans les fentes et les fissures de l'écorce terrestre, entraînant avec elle un grand nombre de principes dissous.

Ces solutions sont le siège de réactions chimiques très compliquées qui ont pour conséquence finale la formation de

composés divers, notamment de sulfures, arséniures, antimoniures métalliques, de fluorure de calcium, de sulfate de baryum, de carbonate de calcium, de silicates divers, de quartz, etc., etc.

Ces corps se déposent, en cristallisant, sur les parois des cavités, des fissures, des fentes où circulent les eaux et donnent lieu à des *gîtes* minéraux et métallifères. Quand ces eaux arrivent jusqu'au jour, elles sont généralement encore très chaudes ; ce sont des *sources thermales*.

Les gîtes qui se forment sur les parois des fentes constituent les *filons*.

Les filons et les autres gites métallifères et minéraux se rencontrent surtout autour de régions riches en roches éruptives. Ces régions présentent aussi beaucoup de sources thermales que l'on voit souvent sortir des fentes qui renferment les filons.

A mesure que l'écorce solide du globe croissait en épaisseur, le refroidissement des masses internes se ralentissait. Il n'en est pas moins resté réel à travers toute l'histoire de la terre et il se continue encore de nos jours.

Ce refroidissement entraîne des conséquences importantes. Le noyau intérieur, en se refroidissant, diminue de volume, se contracte. L'écorce solide, qui flotte à sa surface, devient, à un moment donné, trop large pour le noyau qu'elle enveloppe. Forcée de descendre par la pesanteur, elle se ride, se plisse, par place. Les plis font saillie à l'extérieur et constituent les *chaînes de montagnes*.

Ces plissements ne sont pas les seuls mouvements que subisse l'écorce terrestre. De grands segments de cette écorce, des continents entiers, par exemple, s'affaissent en masse pendant que d'autres s'élèvent [1].

[1] La réalité des mouvements d'élévation des continents n'est pas admise par tous les géologues.

Les segments qui s'affaissent sont envahis par la mer vers leur pourtour. Autour de ceux qui s'élèvent, la mer, au contraire, recule.

Les plissements de l'écorce terrestre, les mouvements d'affaissement et de soulèvement des continents et les phénomènes d'immersion et d'émersion qui en sont la conséquence, *se font d'une façon extrêmement lente* et ne deviennent sensibles qu'après de nombreuses années. Ils n'en sont pas moins réels et continus.

Depuis les premiers âges du globe, les continents s'élèvent ou s'abaissent ; *ces mouvements sont alternatifs*, de telle sorte qu'à certaines périodes, la mer envahit un continent jusque très loin dans l'intérieur, pour reculer plus tard et abandonner à l'air libre des espaces submergés depuis de longs siècles. C'est ainsi que la mer est revenue un grand nombre de fois sur la région où est située la Belgique.

Les mouvements de plissement qui engendrent les montagnes et les affaissements d'ensemble sont accompagnés de secousses ; ce sont les *tremblements de terre*.

Les plissements et tassements ne se font pas sans qu'il se produise des fractures dans l'écorce terrestre. Ainsi se forment des *fentes* par lesquelles s'élèvent les roches éruptives ou qui se remplissent de gîtes minéraux ou métallifères.

Il en résulte que les *épanchements de roches éruptives*, les *phénomènes volcaniques*, les *sources thermales* et la *formation des gîtes*, spécialement des filons, sont des phénomènes plus particuliers aux *régions plissées du globe*, c'est-à-dire aux *pays de montagnes*.

Nous avons vu plus haut que par suite des conditions physiques qui régnaient dans les premiers âges du globe, de la composition des eaux marines, etc., les premiers dépôts qui se formèrent dans ces eaux étaient *à la fois cristallins et stratifiés* (gneiss).

Graduellement, la température et la pression atmosphérique ont dû décroître et, par suite, le pouvoir dissolvant des eaux a dû diminuer. En même temps, la quantité d'eau à l'état liquide augmentait. Les eaux, mises en mouvement par les courants atmosphériques, les marées, etc., exerçaient sur les masses rocheuses (granite et gneiss) des phénomènes de désagrégation, d'*érosion*, de nature de plus en plus exclusivement mécanique, et déposaient sur le fond des *sédiments* de moins en moins cristallins.

La nature du granite et du gneiss montre que les produits de leur désagrégation, qui formaient les sédiments ainsi déposés par l'eau, devaient consister surtout en quartz, à l'état de sable, de gravier, de galets, et en résidus de l'altération chimique des feldspaths, micas, etc., c'est-à-dire en *argile*. Ces premiers sédiments proprement dits sont représentés par les *micaschistes*, les *phyllades* et les *conglomérats* les plus anciens.

Il arriva un moment où la chaleur interne, par suite de l'épaississement de la croûte solide, cessa de jouer un rôle dans les phénomènes qui se passaient à la surface du globe. Dès lors, ces phénomènes se trouvèrent exclusivement soumis aux agents externes, particulièrement à la *chaleur solaire*.

Cette chaleur met en mouvement l'atmosphère et les eaux et est la cause première de l'altération chimique des roches et de leur désagrégation mécanique par les eaux pluviales, les cours d'eau, les glaces, la mer, etc.

Grâce à la pesanteur, les matériaux arrachés aux roches sont poussés, charriés, emmenés en suspension ou en dissolution par l'eau et vont se déposer dans les régions basses.

Par suite de ces *actions externes*, c'est-à-dire dues non plus à la chaleur propre du globe mais à la chaleur solaire, les saillies du sol tendent à s'aplanir, à se raboter, tandis que les dépressions tendent à se remplir. Il y a donc destruction d'un côté et édification de l'autre.

§ 5.

Pour examiner de plus près ces phénomènes d'érosion et de sédimentation, supposons un pays montagneux formé de granite et baigné par la mer.

Nous savons déjà que le granite est une roche formée de trois minéraux : *quartz*, *feldspath* et *mica*. Nous savons aussi que c'est la plus ancienne de toutes les roches connues.

Le quartz est de l'oxyde de silicium. Les feldspaths sont des silicates d'aluminium renfermant en outre, soit de la potasse, soit de la soude, soit de la chaux, soit ces deux dernières bases réunies et parfois du baryum. Les feldspaths de la plupart des granites renferment ensemble à la fois potasse, soude et chaux. Les micas sont des silicates d'aluminium, fer, magnésium, potassium, sodium, susceptibles de renfermer en outre du lithium, du calcium, du fluor.

Les granites qui ne seraient formés que des trois *constituants essentiels :* quartz, feldspath et mica, auraient donc déjà une composition chimique assez complexe. Mais tous les granites renferment une série de *constituants accessoires*, les uns constants, les autres accidentels : hornblende, zircon, tourmaline, apatite, sphène, topaze, etc., etc., qui y introduisent du titane, du manganèse, du zirconium, du phosphore, du bore, du chlore.

En résumé, la plupart des granites renferment les corps simples suivants : Al, Ba, B, Ca, Cl, Fe, F, Li, Mg, Mn,O, P, K, Si, Na, Ti.

Ajoutons que les granites sont souvent accompagnés par certains minéraux tels que la cassitérite ($Sn\ O_2$), etc., qui y amènent encore de nouveaux éléments.

Bien plus, des analyses délicates ont montré que les granites et les roches analogues (gneiss, etc.) renferment une minime proportion d'une foule d'éléments que les analyses ordinaires ne décèlent pas : Pb, Cu, Co, Ni, Zn, Bi, etc., à l'état d'oxydes, de sulfates, de sulfures, etc.

Il résulte de tout cela que le granite présente une composition très complexe et est susceptible de renfermer la plupart des corps communs.

Le pays montagneux granitique supposé plus haut est soumis aux variations de la température ; il est baigné par l'air humide chargé d'anhydride carbonique, mouillé et pénétré par les eaux pluviales, riches en oxygène et en anhydride carbonique, qui ruissellent à sa surface puis se réunissent en ruisseaux et en rivières. Toutes ces influences ont pour effet de *désagréger* le granite mécaniquement et de l'*altérer* chimiquement.

Le quartz est inattaquable dans sa composition, à peu près insoluble et il ne fera guère que se fragmenter en gravier et en sable.

Les feldspaths, sous l'influence de l'eau chargée d'anhydride carbonique, donneront naissance à du silicate d'alumine hydraté (*argile pure* ou *kaolin*), pendant que la potasse, la soude et la chaux seront emmenées en dissolution à l'état de carbonates. De la silice est mise en liberté.

Un feldspath calcique fournira du carbonate de calcium. C'est là l'origine première du *calcaire*.

De même, les micas fourniront de l'argile et des carbonates alcalins, du carbonate de fer, etc.

L'altération du granite donne donc du sable et du gravier quartzeux, de l'argile et une série de composés solubles. Ceux-ci sont rapidement emmenés par l'eau pluviale, vers les ruisseaux, les rivières, la mer.

Les résidus restés à l'état solide cheminent plus lentement. Cependant, les argiles et les sables fins, pouvant rester en suspension dans l'eau en mouvement des ruisseaux et des rivières, suivront de près les éléments dissous, pendant que les sables grossiers, les graviers et les cailloux arrachés aux rochers granitiques, charriés par les torrents, puis poussés de

proche en proche sur le fond des rivières, s'achemineront plus lentement vers l'océan.

Tous ces débris n'arriveront pas directement à la mer ; beaucoup serviront à remplir des lacs que traversent les rivières et de grandes quantités d'argile et de sable seront abandonnées sur les rives ou dans les plaines qui les bordent, par les cours d'eau débordés. Tôt ou tard, toutefois, ces *dépôts d'eau douce*, lacustres ou fluviatiles, seront repris par l'érosion et finiront par arriver, inévitablement, jusqu'à la mer.

§ 6.

Supposons la côte de notre pays granitique constituée par un escarpement élevé, une *falaise*.

A chaque marée haute, et surtout lors des tempêtes, les vagues viennent battre violemment la paroi de granite ; elles en arrachent des blocs qui s'accumulent au pied de la falaise avec ceux qui, détachés par les actions atmosphériques, se sont éboulés du haut. Ces blocs, entrechoqués, se brisent en fragments plus petits. Ceux-ci, roulés sans cesse par les vagues les uns sur les autres et sur le sol de la plage, arrondissent leurs angles et se transforment en *galets* que l'usure amoindrit graduellement. Les galets et les menus cailloux, projetés contre la falaise et contre les gros blocs par les vagues des tempêtes, en augmentent considérablement le pouvoir destructeur.

La désagrégation violente du granite et l'usure des pierres par leurs frottements réciproques fournissent des *sables* plus ou moins grossiers, depuis le gravier jusqu'au sable fin.

Le feldspath donne ici les mêmes produits d'altération chimique que sur le continent : de l'argile, de la silice et des carbonates de potassium, sodium et calcium.

Les cailloux, les sables et les argiles que les fleuves ont jetés à la mer, sont charriés le long des côtes par les courants

marins et vont se confondre avec les cailloux, sables et argiles dus à l'activité propre de la mer.

Tous ces éléments, brassés par les vagues, balancés par la marée et poussés par les courants, finissent par se disposer par rapport à la côte *dans un ordre régulier*. Les galets et les menus cailloux sont sans cesse refoulés vers la falaise par les vagues de la marée montante ; la marée descendante laisse en place les plus gros et n'entraîne que très peu les petits cailloux. Parmi les sables, les plus grossiers seront reportés vers la plage et feront suite aux menus cailloux, tandis que les sables fins, restant en suspension dans l'eau agitée, iront se déposer au-delà de la ligne de marée basse. Quant aux argiles, c'est plus au large encore qu'elles se précipiteront pour tapisser le fond de la mer.

A une certaine distance de la côte, qui ne dépasse guère 350 kilomètres, les argiles elles-mêmes n'arrivent plus et c'est un autre facteur qui intervient dans la formation des sédiments marins. Des animaux microscopiques (Foraminifères) vivent au large, flottant dans l'eau en quantités innombrables. Ces êtres sont pourvus d'un squelette calcaire. Les coquilles, dès que l'animal est mort et s'est putréfié, descendent vers le fond de la mer en une véritable pluie calcaire et vont tapisser le fond d'une boue blanche ressemblant assez bien à de la craie broyée.

Ainsi donc, au-delà des couches de sable et d'argile qui se déposent sur le fond dans le voisinage de la côte, il se forme des couches de calcaire. Les premiers dépôts sont *d'origine minérale*, les calcaires sont *d'origine organique*.

En résumé, en allant de la falaise vers le large, on trouvera en face de la côte la série des dépôts suivants : gros blocs, galets, graviers, sable grossier, sable fin, sable argileux, argile et calcaire.

§ 7.

Nous avons vu plus haut que les continents sont sujets à subir des mouvements d'affaissement et d'exhaussement [1] en masse. Un affaissement amène l'immersion d'une partie du continent, et il se produit une émersion dans le cas inverse.

Supposons que le continent granitique envisagé précédemment s'affaisse lentement. La mer tendra évidemment à l'envahir, mais elle ne pourra le faire qu'en faisant reculer devant elle la falaise devant laquelle s'arrêtent les marées hautes.

La hauteur relative des marées augmentant sans cesse, par suite de l'affaissement du sol, les vagues battront avec plus de violence l'escarpement granitique et le démoliront bloc par bloc plus rapidement que jamais. A mesure de la démolition de la falaise, la mer s'avancera dans les terres, semant devant elle les blocs, les galets et les cailloux qui se façonnent entre les limites du balancement des marées. Bientôt, la zone où se formaient les cailloux avant le début de l'affaissement se trouvera plus éloignée de la falaise, à la distance où se déposaient autrefois les menus graviers et les sables grossiers. On verra donc les graviers et les sables progresser vers le continent, tout en restant à la même distance relativement à la côte qui recule vers l'intérieur des terres, et une couche de gravier et de sables grossiers recouvrira les cailloux qui bordaient primitivement la côte.

De la même façon, les zones assez profondes pour permettre le dépôt des sables fins, la zone des sables argileux, la zone des argiles et la région où se forme le calcaire, gagneront graduellement du terrain ; les sables fins, en s'étendant vers la terre, recouvriront les sables grossiers ; les sables argileux recouvriront les sables fins, les argiles les sables argileux et les calcaires les argiles.

[1] V. la note de la page 227.

Il en résulte qu'à mesure des progrès de la mer vers l'intérieur du continent, les couches de galets, graviers, sables, argiles et calcaires, s'avanceront dans le même sens en se superposant l'une à l'autre et recouvriront des régions qui étaient autrefois la terre ferme. A un moment donné, on trouvera, à l'endroit où était autrefois la côte, la succession de couches suivante, énumérée de haut en bas :

Calcaire
Argile
Sable argileux
Sable
Cailloux roulés

Cet ensemble reposera sur les terrains plus anciens, c'est-à-dire sur un soubassement granitique raboté, nivelé par la mer elle-même.

Ces envahissements lents de lamer peuvent se faire jusqu'à des centaines et des milliers de kilomètres vers l'intérieur des continents. Ce sont les *transgressions marines.*

§ 8.

Supposons maintenant que le phénomène inverse se passe, c'est-à-dire que le continent, après s'être longtemps affaissé, commence à s'exhausser. La mer reculera petit à petit, et à mesure, elle abandonnera, émergés, les dépôts de cailloux, sables, argiles et calcaires formés pendant la phase d'immersion. Des régions jadis submergées deviendront donc terre ferme. La mer, autour du continent, devenant de moins en moins profonde, la région propice à la formation du calcaire reculera vers le large ; la région où peuvent se déposer les argiles fera de même et des argiles viendront recouvrir des calcaires formés précédemment. De la même façon, les sables gagneront vers la mer et recouvriront les argiles, en

même temps que les graviers et les cailloux plus volumineux s'étendront au-dessus des sables. Il se formera donc une série de dépôts analogue à la précédente, mais renversée, et les deux séries se superposeront de la manière suivante :

Dépôts d'émersion	*cailloux roulés* *sables* *argile* *calcaire*
Dépôts d'immersion	*calcaire* *argile* *sables* *cailloux roulés*

Un tel *cycle sédimentaire* correspond donc à une oscillation complète du sol, c'est-à-dire à une immersion suivie d'une émersion. Il a pour résultat la formation d'un *étage*.

La même oscillation pourra se répéter un certain nombre de fois dans un bassin marin et donner lieu ainsi à une série d'*étages géologiques* superposés, de composition générale à peu près analogue. On voit que ces différents étages seront séparés les uns des autres par des bancs de galets, de cailloux roulés.

§ 9.

Les mouvements d'exhaussement et d'affaissement ne sont pas les seuls que puisse subir l'écorce terrestre. Nous avons fait, plus haut, allusion à des phénomènes de *plissement* dus à la diminution du volume du noyau interne du globe par suite du refroidissement.

On constate, à plusieurs reprises, dans l'histoire de la terre, que quand une série épaisse d'étages se sont superposés dans

un bassin de sédimentation, des mouvements de plissement interviennent. Les choses se passent *comme si* deux continents séparés par un bassin où se sont accumulés les dépôts sédimentaires, se rapprochaient lentement. Les couches de sable, argile, calcaire, etc., pressées des deux côtés, sont amenées, pour occuper un espace qui se rétrécit sans cesse, à former de grands plis saillants vers le haut. L'ensemble de la région, jadis marine, s'élève donc et la mer l'abandonne. Les plis peuvent s'élever jusqu'à des milliers de mètres au-dessus du niveau de la mer, et leur ensemble, orienté généralement dans une direction donnée, forme ce qu'on appelle une *chaîne de montagnes*.

Ces mouvements ne se font pas sans des déchirures considérables des couches superposées ; elles se produisent surtout vers l'axe de la chaîne, où l'on voit souvent les étages inférieurs du système se faire jour à travers ces déchirures. Il arrive même que le soubassement de granite ou de gneiss, sur lequel se sont déposés les terrains sédimentaires, vienne de cette façon faire saillie au milieu de la chaîne montagneuse. C'est ainsi que nous pouvons observer à l'air libre des parties autrefois profondes de l'écorce terrestre.

Comme nous l'avons déjà dit, les grandes fractures qui accompagnent ces dislocations de la croûte terrestre donnent souvent passage à des masses en fusion provenant de l'intérieur du globe. Ces masses, en se solidifiant, forment les *roches éruptives*.

Certaines roches éruptives viennent s'épancher à la surface du sol sous forme de coulées ou de nappes de *laves*, ordinairement avec accompagnement de phénomènes explosifs dus à l'expansion des gaz (*phénomènes volcaniques*). D'autres se solidifient dans les fentes de l'écorce et donnent lieu à des *filons éruptifs*, ou à des *nappes intrusives*, c'est-à-dire injectées entre des couches. Enfin, d'autres encore se consolident à de grandes profondeurs en masses d'un volume parfois énorme (*massifs éruptifs*).

Nous savons déjà aussi que les fentes, sous l'action des eaux chaudes, chargées de principes minéraux, qui y circulent, se remplissent de dépôts qui constituent les *filons minéraux* ou *métallifères*.

§ 10.

Les dépôts sédimentaires qui se forment sur les bords des rivières, dans les lacs et dans les mers, sont des *roches* appelées *sables*, *argiles*, *calcaires*, *etc.*

Ce sont, primitivement, des masses meubles, peu cohérentes, friables, mais elles sont susceptibles de subir des modifications qui en changent considérablement l'aspect et la consistance.

Quand des cailloux, des sables, des argiles, des calcaires se sont accumulés dans un bassin, en couches et en étages successifs, atteignant des centaines et même des milliers de mètres d'épaisseur totale, ces assises se trouvent soumises à des *pressions* croissant du sommet à la base de la série et devenant énormes à une certaine profondeur. De plus, les couches des parties inférieures, qui se sont déposées autrefois sur le fond de la mer, occupent maintenant une position profonde dans l'écorce terrestre et sont, par conséquent, pourvues d'une *température élevée*. En outre, sous cette pression et cette température, l'eau qui imbibe toutes les roches acquiert un pouvoir dissolvant considérable et est susceptible, notamment, de se charger de silice, de calcaire, de sels ferreux, etc.

Grâce à la *pression*, à la *température* et aux *principes dissous* qui les imbibent, les roches se transforment. Elles acquièrent de la compacité, deviennent cohérentes, se durcissent. Les argiles deviennent des *schistes*, qui se distinguent par une structure feuilletée ; les sables, dont les grains sont réunis par un ciment siliceux, calcareux ou ferrugineux

fournissent des roches cohérentes appelées *grès*. Les calcaires, de terreux qu'ils étaient, prennent la consistance des pierres de taille ou *calcaires* proprement dits. Enfin, les graviers et les galets, réunis en masses compactes et cohérentes, donnent lieu à des bancs de *poudingues*.

La transformation, dans les régions très profondes, peuvent aller plus loin. Dans ce cas, les éléments des roches, non seulement s'agglomèrent davantage, mais subissent des transformations moléculaires, ils *cristallisent* ; les calcaires, s'ils sont purs, prennent l'aspect du sucre blanc (marbre saccharoïde), les grès deviennent des *quartzites*, où les grains de sables primitifs sont comme fondus en une masse commune ; les schistes engendrent des *phyllades*. La transformation des schistes peut aller plus loin encore et donner lieu à des *micaschistes* ou à des *gneiss*.

Ces diverses transformations constituent le *métamorphisme statique* et les roches qui en résultent sont des *roches métamorphiques*.

Dans les couches plissées, surtout dans les plis aigus, le métamorphisme a souvent été très intense parceque, aux influences citées plus haut, se sont ajoutés la *compression* énergique qui a accompagné le plissement, le *laminage* qui en est résulté, et la *chaleur* qui s'est développée dans ces mouvements. C'est le *métamorphisme dynamique*.

Il existe une autre espèce de métamorphisme ; c'est celui qui est dû à l'action des roches en fusion qui arrivent de l'intérieur du globe, soit autour des fentes où elles cheminent et des cavités où elles s'accumulent, soit sur les surfaces qu'elles viennent recouvrir à l'air libre. Ces actions constituent le *métamorphisme de contact*. On verra, par exemple, le calcaire ordinaire se transformer, au contact d'un filon éruptif, en *marbre saccharoïde*. La houille, au contact de ces filons, donnera du *coke*.

§ 11.

Sitôt que des territoires s'émergent, par soulèvement en masse ou par formation de montagnes, les masses minérales qui les constituent tombent sous l'action des agents externes.

Les roches s'altèrent à l'air humide ou à la pluie, les variations de température les désagrègent. Les pluies entraînent les menus débris vers les torrents et les rivières. A ces érosions s'ajoutent celles que les cours d'eau, grâce surtout aux sables et aux cailloux qu'ils charrient, exercent sur leur fond et sur leurs rives ; les vallées se forment, se ramifient, s'approfondissent, s'élargissent, à mesure que les parties élevées qui les séparent s'usent, se rabotent petit à petit.

Toutes ces actions, auxquelles on doit ajouter celles de la *glace*, du *vent*, des *plantes* et des *animaux*, finissent par aplanir les pays les plus vastes et par raser les chaînes de montagnes les plus élevées, dont les débris, à l'état de cailloux, de sable et d'argile, sont poussés plus ou moins directement vers la mer. La mer elle-même attaque le continent par ses rives et l'*érosion marine* finit par faire disparaître le pays déprimé qu'a laissé l'*érosion continentale*.

On comprend que ces phénomènes d'érosion, qui creusent des vallées profondes à travers des massifs élevés et rabotent sans cesse les hauteurs, ont pour effet de montrer les couches par leur tranche, de mettre à nu les filons sur les parois des vallées et de découvrir des massifs de roches éruptives qui s'étaient consolidés à de grandes profondeurs.

L'arrasement des continents et des chaînes de montagnes par les érosions continentales et marines constitue ce qu'on appelle la *dénudation*. Un pays dénudé et submergé par la mer est graduellement recouvert de couches de cailloux, de sable, d'argile et de calcaire.

Quand une série de couches se déposent sur un fond marin ou lacustre sans que ce fond subisse de mouvement, elles sont

parallèles entre elles ou, comme on dit, en *stratification concordante.*

La concordance de stratification correspond ordinairement à une sédimentation ininterrompue.

Quand un pays formé de terrains inclinés, redressés, plissés, et qui a été aplani par les érosions, est envahi par la mer, il s'y dépose des couches qui recouvrent les strates anciennes, arasées, en formant avec elles des angles plus ou moins prononcés. Il y a, dans ce cas, *discordance de stratification* et les couches sont dites *en discordance.*

Une discordance correspond à une *lacune.* En effet, le pays formé par les couches les plus anciennes, inclinées, plissées, puis arasées, a dû subir une émersion très longue, pendant laquelle le dépôt de sédiments continuait d'une façon ininterrompue dans d'autres régions.

§ 12.

La surface de la terre, les eaux douces et les eaux marines sont peuplées d'un grand nombre d'animaux et de végétaux. Les animaux marins ne sont pas les mêmes que ceux qui vivent dans les rivières et les lacs ni que ceux qu'on trouve dans les eaux saumâtres des estuaires ou dans celles des lagunes ; les animaux et les plantes des montagnes sont différents de ceux des plaines. Dans les mers, certains animaux sont fixés sur les rochers de la côte, d'autres vivent sur le fond et d'autres flottent au sein de l'eau ou à la surface. Certaines espèces ne se rencontrent que sur les côtes et d'autres ne vivent qu'au large. Enfin, les êtres que l'on trouve sur les plages sableuses diffèrent souvent de ceux que l'on rencontre parmi les cailloux et les rochers ou sur les argiles et les boues calcaires du large.

Ajoutons que les faunes et les flores varient avec les pays et avec les climats.

Un principe général, c'est que partout où se forment des dépôts de sable, d'argile, de calcaire, par l'action des eaux douces ou sur le fond de la mer, on y pourra trouver des débris des animaux et des plantes qui vivent à proximité. Les dépôts des lacs ou des bords des rivières renferment des branches, des racines, des feuilles, des insectes, des débris de mollusques terrestres, des ossements qui ont été apportés aux rivières par les pluies et les torrents, mêlés à des coquilles d'eau douce, à des ossements de poissons, à des restes de végétaux aquatiques, etc. C'est surtout dans les dépôts marins, et spécialement dans ceux des côtes, que les débris d'êtres organisés sont fréquents. Les sables des plages, notamment, sont remplis de coquilles de mollusques, entières ou brisées. On y trouve des ossements de poissons, des oursins, etc. Parfois ces débris sont assez abondants pour rendre le sable fortement calcareux.

En résumé, les débris d'animaux et de plantes sont plus ou moins abondants dans tous les dépôts. Dans les sédiments qui remontent à des périodes de l'histoire du globe antérieure à la nôtre, on rencontre également de tels vestiges ; ce sont les *fossiles*.

Les débris d'animaux ou de végétaux s'accumulent parfois avec une telle abondance qu'ils donnent lieu à des formations spéciales, à des couches ou à des amas exclusivement formés de restes de plantes ou d'animaux.

Nous avons déjà fait mention des dépôts de calcaires terreux, rappelant la craie, qui se forment sur le fond des mers, à grande distance des côtes, aux dépens des carapaces d'animaux microscopiques (*Foraminifères*) ; dans d'autres régions des océans, il se forme des couches de squelettes microscopiques d'organismes siliceux, tantôt animaux (*Radiolaires*), tantôt végétaux (*Diatomées*).

Des dépôts analogues à ces trois types se retrouvent dans les terrains anciens.

Dans certaines mers chaudes, des *coraux* vivent en quantités innombrables au voisinage des côtes continentales ou autour des îles, fixés sur les rochers du fond. Se multipliant sans cesse, il en arrivent à former, par leurs rameaux enchevêtrés, des récifs de calcaire ayant parfois, sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, plusieurs kilomètres de largeur et des centaines de kilomètres de long. Des *calcaires coralliens* analogues se rencontrent aussi dans les terrains anciens ; la plupart des marbres rouges et gris de l'Entre-Sambre-et-Meuse ne sont pas autre chose.

Des dépôts d'origine animale et végétale peuvent aussi se former à terre. Nous citerons les *tourbes*, formées par accumulation sur place de débris végétaux et auxquelles on peut plus ou moins comparer le *lignite* et *la houille* ; les *guanos* qui sont des excréments d'oiseaux accumulés ; les *tripolis* formés de carapaces siliceuses de Diatomées, etc.

Beaucoup de gisements de *phosphorite*, marins ou d'eau douce, sont formés aux dépens de débris d'animaux.

§ 13.

Nous avons parlé, dans ce qui précède, des formations sédimentaires déposées mécaniquement (cailloux, sables, argiles), ou formées sous l'influence des êtres vivants (calcaire, tourbe, etc). Il existe aussi des dépôts formés *par voie chimique*, c'est-à-dire par précipitation du sein de solutions. Nous citerons comme exemples les dépôts de sel marin, de gypse, de nitrate de soude, etc. Ceux de sel marin et de gypse se sont formés par l'évaporation de l'eau de mer dans certaines conditions spéciales, dans des lagunes.

Nous avons dit plus haut que la vapeur d'eau qui se dégage des roches éruptives joue un grand rôle dans la formation des filons minéraux et métallifères. C'est là un phénomène d'ordre

interne, c'est-à-dire dû, en dernière analyse, à la chaleur de l'intérieur du globe.

Les eaux d'origine externe, c'est-à-dire provenant de la surface du sol, peuvent jouer un rôle analogue.

La plupart des roches sont plus ou moins perméables à l'eau ; les unes le sont par elles-mêmes (sable, grès poreux), d'autres ne le sont que grâce à de nombreuses petites fissures qui les traversent (calcaires, grès compacts). Les roches argileuses sont généralement peu perméables ou imperméables.

Quand le sol est formé de roches perméables, la partie de l'eau pluviale qui ne ruisselle pas ou ne s'évapore pas, pénètre dans son intérieur. Cette eau est chargée d'oxygène et d'anhydride carbonique ; elle renferme aussi des acides végétaux et un surcroît d'anhydride carbonique quand elle a traversé de l'humus. Elle est donc à la fois *oxydante* et *dissolvante*.

L'eau d'infiltration descend jusqu'à ce quelle rencontre un terrain imperméable qui l'arrête, puis elle s'accumule au-dessus en coulant lentement selon la pente. Elle forme ainsi une *nappe aquifère*. En coulant selon la pente, l'eau peut aller reparaître dans un endroit moins élevé, sous forme de *sources*.

Quelquefois, l'eau ne reparaît au jour qu'après un trajet souterrain très long, à travers des fissures. Elle peut, dans ce cas, avoir visité des régions profondes, où règne une température élevée, et venir sourdre à la surface à l'état de *source thermale*.

Grâce à l'oxygène, à l'acide carbonique et aux autres principes qu'elle contient, l'eau d'infiltration exerce sur les roches qu'elle traverse des actions d'oxydation et de dissolution, souvent favorisées par la température. C'est ainsi qu'elle transforme certains composés au minimum d'oxydation en composés au maximum ; elle suroxyde les composés ferreux et, grâce à l'acide carbonique qu'elle renferme, elle leur enlève du fer. C'est surtout sur les calcaires qu'elle exerce, grâce à son acide carbonique, une action dissolvante intense ;

elle *décalcarise* certaines roches poreuses et, circulant à travers les fissures des calcaires, elle les élargit et peut finir par former des *cavernes*.

Ces eaux, quand elles reparaissent à la surface sous forme de sources, froides ou chaudes, renferment du calcaire et du fer dissous à l'état de bicarbonates. A l'air, l'excès d'anhydride carbonique se dégage, souvent sous l'influence de plantes ; le calcaire se précipite à l'état de *tuf*, de *travertin*, de *concrétions* arrondies, etc., et le fer à l'état d'hydroxyde. Ce sont des *sources calcaires* ou *ferrugineuses*.

Les sources thermales d'origine interne peuvent produire des dépôts analogues et, en outre, des dépôts de silice. Il existe aussi beaucoup de *sources salines*, des *sources séléniteuses*, etc. ; ce sont celles dont les eaux ont traversé des dépôts de sels, de gypse, etc. Certaines sources renferment du phosphate de calcium pour une raison analogue.

Il arrive que les substances dissoutes par ces eaux se déposent dans les fentes et les cavités de l'intérieur de la terre et donnent lieu à des gîtes particuliers. Tels sont certains gîtes de phosphorite concrétionnée.

Si toutes les roches ne sont pas perméables au sens propre du mot, toutes sont plus ou moins poreuses, même les plus compactes, comme le granite. A partir de quelques décimètres de profondeur, toutes les roches sont imbibées d'eau ; cette eau, trop peu abondante pour la mouiller réellement, rend seulement la roche légèrement moite. C'est ce qu'on appelle l'*eau de carrière* ; elle est indépendante de l'eau qui filtre à travers les roches poreuses ou circule dans les fissures, bien qu'elle en provienne certainement.

L'eau de carrière doit naturellement dissoudre une partie de la substance des roches qu'elle imbibe et elle joue un rôle dans le durcissement des sédiments meubles.

C'est dans les grandes profondeurs, grâce à la température et à la pression, que ces dissolutions ont le plus d'importance. Quand des fentes béantes existent dans les masses rocheuses, il peut se déposer lentement sur leurs parois des croûtes cristallines de minéraux pierreux (carbonate de calcium, sulfate de baryum, fluorure de calcium, quartz, etc.) et de minéraux métallifères (sulfures, arséniures, etc., de fer, de cuivre, de plomb, de zinc, etc.). Les éléments de ces composés peuvent, nous le savons, exister en proportion considérable ou minime dans certaines roches. Il pourra ainsi se former des filons minéraux et métallifères par *sécrétion latérale*.

Les croûtes de calcaire (stalactites et stalagmites) qui se forment dans les grottes, ont la même origine.

§ 14.

Nous avons, dans ce qui précède, donné quelques notions sur l'origine supposée de la croûte terrestre, sur sa composition et sur les principaux phénomènes qui se passent dans son intérieur et à sa surface.

On a pu voir que l'histoire de la terre se résume dans l'antagonisme existant entre les actions internes et les actions externes.

Si les actions externes agissaient seules, les terres finiraient par être entièrement nivelées et submergées. Mais les actions internes, par les soulèvements en masse, les phénomènes de plissement et les éruptions, tendent sans cesse à relever le relief de l'écorce terrestre et combattent ainsi les effets des érosions.

Les matériaux arrachés aux hauteurs par l'érosion vont s'accumuler, en épaisses séries de couches, dans les bassins marins et, plus tard, les plissements pourront les dresser en hautes montagnes que l'érosion attaquera de nouveau aussitôt qu'elles commenceront à s'émerger.

La lutte entre les actions internes et externes est donc ininterrompue et *la géographie actuelle n'est que la résultante momentanée de cet antagonisme incessant.*

Quoique simple dans ses traits généraux, l'histoire de la terre n'est pas uniforme. Elle peut se diviser en une série d'*ères* et celles-ci en *périodes*, caractérisées, non pas précisément par la nature des dépôts, qui ont toujours, au fond, été sensiblement les mêmes, mais surtout par la nature des animaux et des plantes qui vivaient sur la terre et dans les eaux.

La science ignore l'origine de la vie sur le globe. Mais on sait que depuis l'apparition des premières plantes et des premiers animaux jusqu'à nos jours, les faunes et les flores n'ont cessé de se modifier.

Il en résulte que les *fossiles* renfermés dans les étages géologiques superposés sont plus ou moins différents.

Une flore ou une faune fossile est d'autant plus semblable à la flore ou à la faune actuelle qu'elle est plus récente, et elle en diffère d'autant plus qu'elle est plus ancienne.

En outre, on constate que la succession des faunes et des flores des diverses périodes géologiques a été la même sur toute la surface du globe.

Les fossiles que renferme un terrain peuvent donc permettre de *fixer son âge relatif*, c'est-à-dire *sa position dans la série des formations géologiques superposées.* Il suffit souvent de quelques fossiles, parfois même d'un seul, pour déterminer la position d'une couche dans l'échelle des terrains. Les fossiles qui permettent de déterminer, sans doute possible, l'âge d'un dépôt, en sont les *fossiles caractéristiques.*

L'ensemble des terrains stratifiés a été divisé en grandes sections appelées *systèmes.* Plusieurs systèmes successifs ayant certains caractères communs forment un *groupe.*

D'autre part, les systèmes se divisent en *séries* et chaque série comprend plusieurs *étages* ou *sous-étages*.

Les étages et sous-étages comprennent une succession de *zones* ; celles-ci se divisent en *assises* et les assises en *couches*, *strates*, *bancs* ou *lits*.

Au point de vue du *temps*, un groupe correspond à une *ère*, un système à une *période*, une série à une *époque* et un étage à un *âge*.

Voici, du reste, la classification générale des terrains en groupes, systèmes et séries.

GROUPES	SYSTÈMES	SÉRIES
TERTIAIRE ou NÉOZOÏQUE	*Néogène*	Pleistocène Pliocène Miocène
	Eogène	Oligocène Eocène
SECONDAIRE ou MÉSOZOÏQUE	*Crétacique*	Néocrétacique [1] Eocrétacique [2]
	Jurassique	Néojurassique [3] Mésojurassique [4] Eojurassique ou Liasique [5]
	Triasique	
PRIMAIRE ou PALÉOZOÏQUE	*Permien*	
	Carbonifère	
	Devonien	
	Silurien	
	Algonkien	
ARCHÉEN		

[1] Du *Maestrichtien* au *Cénomanien*.
[2] De l'*Albien* au *Néocomien*.
[3] Du *Portlandien* au *Callovien*.
[4] *Bathonien* et *Bajocien*.
[5] Du *Toarcien* au *Rhétien*.

§ 15.

On ne trouve en aucune région la série complète de tous les terrains superposés, et cela peut se comprendre aisément. Ainsi, pendant les périodes permienne, triasique et jurassique, et même pendant l'époque éocrétacique, le Hainaut se trouvait *émergé*, par suite d'un *soulèvement en masse* et de phénomènes de *plissement* qui ont suivi le dépôt du terrain houiller. Il en résulte que, chez nous, la série néocrétacique repose directement sur le Carbonifère ou les autres formations primaires. Il y a donc là une *lacune* énorme. Mais pendant que notre pays était continental, le Permien, le Triasique, etc., se déposaient ailleurs, et l'on trouve des pays où la série des dépôts est continue du Carbonifère au Néojurassique, par exemple, et d'autres où elle est ininterrompue du Néojurassique au Néocrétacique. Ainsi donc, on ne trouvera nulle part la série complète des dépôts *a*, *b*, *c*, *d*..... *z*, mais, en certains endroits, on aura la superposition de *a* jusqu'à *h*, par exemple, ailleurs la succession continue de *f* à *o*, ailleurs de *n* à *v*, ailleurs encore de *s* à *z*, de telle sorte qu'en combinant toutes les observations faites en différentes contrées, on parviendra à établir la succession complète de *a* jusque *z*.

Il y a, toutefois, un fait dont on doit tenir compte dans l'appréciation des lacunes : c'est le rôle des dénudations. Dans notre pays, le Tertiaire repose souvent sur les terrains primaires sans interposition de dépôts secondaires. Mais, dans presque tous les cas, si les dépôts secondaires manquent, c'est qu'ils ont été enlevés par les érosions antérieures à l'ère tertiaire. C'est dans ces circonstances que l'on voit le Landenien des environs de Mons reposer par place sur le terrain houiller (fig. 19).

§ 16.

Nous avons pu constater, dans l'étude rapide que nous avons faite de la succession des formations stratifiées,

combien sont peu variés, au fond, les éléments qui les constituent. Dans tous les terrains, on ne retrouve guère que des sables, des argiles et des calcaires plus ou moins transformés.

Nous avons vu aussi (v. p. 116), et cela ressort d'ailleurs de ce qui a été exposé plus haut (2e partie, §§ 7 et 8) du mécanisme de la sédimentation, que des dépôts d'une même époque peuvent varier de composition avec les endroits.

Enfin, nous avons constaté que, dans la série des terrains stratifiés, *les sédiments* — déposés à l'état de sables, argiles et calcaires — *sont d'autant plus transformés qu'ils sont plus anciens*. Ainsi, les argiles meubles et plastiques du Tertiaire et du Crétacique sont généralement déjà durcies dans les terrains secondaires inférieurs ; dans le Houiller et le Devonien, ce sont des schistes ; dans le Silurien inférieur et l'Algonkien, elles passent le plus souvent aux phyllades, et dans l'Archéen elles sont représentées par des schistes cristallins.

Mais ce principe est loin d'être absolu. Par suite de circonstances spéciales, les causes transformatrices peuvent n'avoir pas agi sur des sédiments, même très anciens. Et par contre, ces causes ont souvent donné un cachet antique à des roches relativement récentes.

Nous citerons deux exemples de ces faits qu'on ne peut même appeler des exceptions tant ils sont nombreux. Le géologue belge qui parcourt pour la première fois un pays de montagnes comme les Alpes, les Pyrénées, les Carpathes, est surpris de trouver le Crétacique et le Tertiaire sous des aspects qui rappellent nos terrains primaires. Des argiles tertiaires y sont parfois transformées en schistes ardoisiers analogues à nos phyllades cambriens (Alpes de Glaris).

Par contre, le Cambrien est représenté dans les provinces baltiques de la Russie par des couches renfermant des argiles plastiques.

On ne peut donc pas fixer *a priori* l'âge d'un terrain d'après les roches qui le constituent. La base de cette détermination ne peut se trouver que dans l'étude des fossiles qu'il contient.

§ 17.

L'âge des roches sédimentaires se détermine d'après les fossiles qu'elles renferment. Ce procédé ne peut naturellement, être employé pour les roches éruptives ni pour les gîtes autres que les gîtes sédimentaires.

D'une façon générale, l'âge des masses éruptives et celui des filons minéraux et métallifères se détermine par les *relations* que présentent ces formations avec les terrains stratifiés encaissants.

Ainsi, il est évident qu'un filon éruptif ou concrétionné est plus récent que les terrains qu'il traverse ; de même, un filon qui en traverse un autre est plus récent que celui-ci. Une roche éruptive est plus jeune que les terrains qu'elle a métamorphisés à son contact ; elle est plus ancienne que les terrains qui en renferment des fragments à l'état de cailloux, etc., etc.

§ 18.

Nous avons vu (§ 26) que l'accumulation d'une épaisse série de dépôts dans les bassins océaniques est suivie de phénomènes de plissement amenant la formation de chaînes montagneuses ; ce sont les *mouvements orogéniques*.

Les mouvements orogéniques se sont produits avec une grande intensité à quatre périodes de l'histoire du globe. Ces périodes orogéniques sont dites *huronienne*, *calédonienne*, *hercynienne* et *alpine*.

Nous savons déjà que les phénomènes de dislocation qui ont donné lieu aux chaînes de montagnes ont été accompagnés

de *phénomènes éruptifs* et, conséquemment, du remplissage de cavités sous l'influence des eaux dérivées des éruptions, en d'autres termes de la *formation de gîtes.*

Ces trois phénomènes : mouvements orogéniques, éruptions et formation de gîtes concrétionnés, se sont donc produits ensemble, à quatre époques successives appelées huronienne, calédonienne, hercynienne et alpine.

Les *mouvements orogéniques huroniens* [1] ont suivi la formation des terrains archéens, qu'ils ont donc plissés et fracturés et précédé le dépôt de l'Algonkien.

Les *mouvements calédoniens* [2] ont eu lieu vers la fin de la période silurienne et ont plissé et fracturé l'Algonkien et le Silurien en accentuant les plissements et les fractures du terrain archéen. Exemple : la Haute-Ardenne.

Les *mouvements hercyniens* [3] se sont produits après le dépôt de notre terrain houiller et se sont prolongés jusqu'à la fin du Permien. Ils ont plissé et fracturé les terrains permien, carboniférien et devonien, en accentuant les plis et les fractures des terrains plus anciens. Tous les terrains devoniens et carbonifères de Belgique constituent des montagnes hercyniennes arasées.

Les *mouvements alpins* ont commencé, pendant l'époque éocène, par la formation des Pyrénées et d'une chaîne qui occupait la place des Alpes, mais qui fut bientôt enlevée par l'érosion. A l'époque miocène, eurent lieu les grands plissements qui donnèrent naissance aux Alpes, au Jura, aux Apennins, à la Cordillère bétique, aux Carpathes, aux Balkans, au Caucase, à l'Atlas, aux chaînes iraniennes, à l'Himalaya, etc. La Cordillère américaine date, en grande partie, des dernières phases de la période alpine. Les

[1] Du lac *Huron.*
[2] *Caledonia,* nom ancien du Nord de l'Ecosse.
[3] *Hercynii montes,* montagne de la Germanie.

derniers mouvements de cette période consistent en de gigantesques fractures orientées nord-sud qui ont donné naissance à l'Atlantique actuel et aux longues dépressions où sont alignés les grands lacs africains, la mer Rouge, la mer Morte, etc. L'Adriatique, la mer Egée, etc., datent aussi de cette époque.

La plupart des roches éruptives et des gîtes, entre autres les filons métallifères, peuvent être rapportés à l'une ou l'autre des quatre grandes phases orogéniques précédentes ; il y a, comme on dit, des *venues* métallifères d'âge huronien, calédonien, etc. Par exemple, les gîtes d'or principaux peuvent se répartir comme suit :

Phase huronienne. — Venue aurifère des Black Hills du Dakota ; émission des pyrites aurifères de Norvège.

Phase calédonienne. — Venues aurifères de Bömmelö (Norvège), de Berezowsk, de la Sibérie, du Transvaal, du Brésil et certaines venues australiennes.

Phase hercynienne. — Pas de venues aurifères.

Phase alpine. – Venues aurifères de Californie et des Carpathes ; certaines venues d'Australie.

Les montagnes sont d'autant plus élevées et plus accidentées qu'elles sont plus récentes. Cela se comprend aisément, puisqu'elles sont soumises depuis moins longtemps aux érosions. Les véritables montagnes de l'époque actuelle datent presque toutes de la phase alpine. Celles des phases précédentes sont, pour la plupart, réduites à des plateaux d'autant plus surbaissés qu'ils sont plus anciens (Ardenne, Plateau central français, Bohême, Scandinavie, Canada, etc.). La Cordillère des Andes, plus récente que les Alpes, se trouve encore aujourd'hui sous une forme beaucoup plus homogène, plus massive, moins disséquée, que ces montagnes européennes. Les Pyrénées, par contre, sont dans un état de dénudation plus avancé que les Alpes, parce que, comme nous venons de le voir, elles sont notablement plus anciennes.

§ 19.

L'état actuel de la surface terrestre, que décrit la géographie, est l'œuvre des actions incessantes qui, depuis les premiers âges du monde, sont en jeu sur notre globe.

Cet état est passager, éphémère. Partout les affaissements et les exhaussements, les érosions et les sédimentations sont occupés à modifier le relief et, d'une façon ininterrompue, les limites de la terre ferme et des océans tendent à se déplacer sous l'action des transgressions et des régressions de la mer.

La carte du monde, celle de chaque région en particulier, ont évolué sans interruption à travers toutes les époques géologiques, et la géographie actuelle n'est que le dernier des nombreux tableaux qu'essaie de reconstituer la science appelée *Paléogéographie*.

Les caractères offerts aujourd'hui par la surface de la terre, et qui sont du domaine de la *géographie physique* et plus, spécialement, de la *morphologie terrestre*, ont leurs origines dans le passé de notre globe. Ces caractères dépendent de la composition du sol, de sa structure, de son état de dénudation ; en un mot, on ne peut les interprêter que par l'histoire de la formation de l'écorce terrestre.

La géographie ne peut être *comprise* que par la géologie ; l'histoire de la terre est une introduction indispensable à l'étude raisonnée de sa surface.

FIN.

TABLE DES FIGURES

TABLE DES MATIÈRES

§ 10.

SECONDE PARTIE.

§ 6.

§ 16.

§ 17.

§ 18.

§ 19.

ERRATA

Page 29, ligne 12, du bas : au lieu de (*fig. 3*), lisez (*fig. 19*).
" 59, ligne 9 : au lieu de *le* lisez *la*.
" 85, ligne 15 : au lieu de *moléculaire du*, lisez *moléculaire, du*.
" 87, ligne 4, du bas : au lieu de *renferme*, lisez *renferment*.
" 128, ligne 12, du bas : au lieu de *tout*, lisez *tous*.
" 129, ligne 14, du bas : au lieu de *Sigillaria stigmaria*, lisez *Sigillaria-stigmaria*.
" 161, ligne 11, du bas : au lieu de *longueur*, lisez *largeur*.
" 164, ligne 11, du bas : au lieu de *et, des*, lisez *et des*.
" 173, ligne 14 : au lieu de *terrain*, lisez *terrains*.
" 205, ligne 6 : au lieu de (*Ca F*), lisez ($Ca\ F_2$).
" 205, ligne 7, du bas : au lieu de *Viel-Sam*, lisez *Viel-Salm*.
" 215, ligne 6 : au lieu de *2500*, lisez *3500*.
" 219, ligne 11, du bas : au lieu de *solide des*, lisez *solide, des*.

ESSAI

D'ÉCONOMIE POLITIQUE

Formulée

PAR

ARTHUR XHIGNESSE

AVANT-PROPOS

Cet essai a été présenté à l'appréciation du jury du concours de 1901 (section des sciences sociales) de la Société des Sciences, des Arts et des Lettres du Hainaut.

Le rapport relatif à ce concours signalait certains points à revoir, et l'auteur a remanié plusieurs parties de son travail pour satisfaire aux conclusions émises. Il espère y avoir réussi.

Le mémoire actuel, sans différer essentiellement du premier, présente pourtant quelques notions complémentaires, et la méthode adoptée pour présenter certaines autres a été modifiée.

L'auteur est heureux de pouvoir saisir l'occasion de cet avant-propos pour présenter au jury, et tout particulièrement à Monsieur Houzeau de Lehaie, Président de la Société, l'expression de sa vive reconnaissance pour lui avoir permis d'améliorer son travail, et surtout de lui avoir facilité la tâche.

CHAPITRE Ier.

QUELQUES MOTS SUR L'ÉTAT DE LA QUESTION.

On a prétendu parfois que l'économie politique est dans un état d'avancement relativement médiocre, en tant que science du moins. Cette assertion ne peut que résulter d'une application superficielle que l'on fait du grand principe énoncé par William Thomson : « On ne connait bien un phénomène, que lorsqu'on peut l'exprimer en nombres ».

Si les principes de cette science ont été rarement chiffrés — ou mieux mathématisés, si l'on peut dire — on ne peut cependant prétendre qu'ils sont du domaine de la spéculation pure.

Il importe peu, en effet, d'avoir écrit une équation, si on l'a pensée et exprimée au moyen d'une périphrase — encombrante, sans aucun doute. Du moins, cela importe peu au point de vue de l'état d'avancement de la science dont cette équation exprime un principe ; mais cela est hautement regrettable sous le rapport de l'expansion future de cette science, et cela peut même lui être fatal. Il en est de même ici que dans les arts, où des chefs-d'œuvre peuvent parfaitement se produire quand ces arts sont loin de connaître le perfectionnement de leurs méthodes.

Or, il se trouve parmi les très nombreux chefs-d'œuvre que la pensée a produits en économie sociale, des indices de préoccupation à l'expression mathématique des phénomènes et des principes.

En particulier, l'œuvre de Karl Marx est à étudier sous ce rapport : il est un de ceux qui ont pressenti la nécessité de la formule en économie et qui ont tenté d'y satisfaire.

Cet essai n'a donc prétention à rien découvrir et à rien prouver, si ce n'est que l'économie sociale abonde de concepts aussi nets et aussi solides que ceux qu'offrent les autres sciences. En d'autres termes, ce travail ne sera qu'une tentative de mise au point mathématique, d'interprétation conventionnelle (sauf quelques déductions tangibles et évidentes) des principes établis en économie sociale, en se tenant dans toute leur généralité.

Enfin, pour la facilité de l'expression, l'on tâchera d'opérer, autant que possible, par comparaison de ce qui a été fait dans les autres sciences positives, car l'économie sociale en est essentiellement une, et elle doit raisonnablement user de toutes les notions acquises pour édifier son langage et son aspect scientifiques.

CHAPITRE II.

BREF RAPPEL DE QUELQUES FORMULES MATHÉMATIQUES.

Quoique ce chapitre ait pour but de remettre en mémoire quelques principes de calcul différentiel, il n'en faut pas conclure que l'analyse mathématique doive jouer un rôle décisif dans l'exposé de ce qui va suivre. On s'attachera, au contraire, à montrer que la formulisation économique se présente sous un aspect aussi peu savant que possible : des notions d'arithmétique élémentaire, ou vaguement d'algèbre, peuvent suffire à la tâche.

L'emploi des ressources du calcul intégral constitue, toutefois, une aide puissante pour faciliter l'exposition de ce qui va suivre. Le raisonnement analytique ne fera donc que se superposer — plutôt à titre de simple contrôle — à la démonstration arithmétique, algébrique.

*
* *

En analyse mathémathique, on admet ce qui suit :

1

Une quantité *variable* est *infiniment petite* quand elle *tend vers zéro*, c'est-à-dire quand elle a zéro pour limite.

2

Pour être susceptible de donner un infiniment petit, la quantité doit être *variable*.

Donc une quantité déterminée, c'est-à-dire *constante*, ne peut *jamais être infiniment petite*.

3

On appelle *infiniment petit*, ou *variation*, ou *différentielle*, la *différence* entre la limite d'une quantité variable et cette dernière, *quand cette différence tend vers zéro* (c'est-à-dire quand elle est infiniment petite).

4

L'équation :

$$y = f(x),$$ qui s'exprime :

y est une fonction de x,

signifie que la quantité *variable* y est *à tout instant exprimable en fonction* d'une autre quantité *variable* x (laquelle est appelée *variable indépendante*).

5

Les *variations* (ou *différentielles*) de x et de y s'expriment respectivement par les symboles

$$dx \qquad \text{et} \qquad dy.$$

6

On entend par *dérivée* de y (celle-ci étant une fonction de x) le rapport entre la différentielle de y et la différentielle de x.

La dérivée se formule comme suit :

$$y' = f'(x), \qquad \text{ou encore :}$$

$$y' = \frac{dy}{dx}.$$

Il en résulte donc que l'on a :

$$dy = y'\,dx, \qquad \text{ou encore :}$$

$$dy = f'(x)\,dx.$$

7

On nomme *intégrale* la *somme* des différentielles d'une quantité variable, c'est-à-dire *cette quantité variable elle-même* (ou sa limite).

L'intégrale se rend par le signe $\int$.

On voit donc que :

$$\int dx = x, \qquad \text{et que :}$$

$$\int dy = y = \int y' \, dx,$$

si l'on a, bien entendu, la relation $y = f(x)$.

8

Une intégrale est dite *indéfinie* quand *on ne spécifie pas dans quelles limites* l'on considère les variables x et y.

9

Une intégrale est dite *définie* quand *on la restreint entre les limites* de ces variables.

Ces limites s'indiquent à droite (l'une en haut, l'autre en bas) du signe $\int$; c'est ainsi que l'on écrit :

$$\int_0^1 dx = \Big(x \Big)_0^1 = 1 - 0 = 1$$

$$\int_0^1 y' \, dx = \int_0^1 \frac{dy}{dx} \, dx = \Big(y \Big)_{x=0}^{x=1}$$

$$= (y)_{x=1} - (y)_{x=0} = f(x_1) - f(x_0)$$

10

On appelle *dérivée première* de y, par rapport à x, l'expression

$$\frac{dy}{dx}, \quad \text{ou encore : } y'$$

la dérivée seconde s'écrit

$$y'', \text{ ou } \frac{dy'}{dx}, \quad \text{ou encore ; } \frac{d^2y}{dx^2}$$

11

Comme il a été dit plus haut, une constante n'a pas de variation.

En d'autres termes :

La différentielle d'une quantité *constante* est *égale à zéro.*

12

On peut donc toujours *supposer* une quantité (ou fonction) *quelconque* comme étant l'*intégrale* d'une *autre* fonction (laquelle est la différentielle de la première) *augmentée* d'une quantité *constante quelconque.*

C'est ainsi qu'on aura :

$$\int y' \, dx = y + \text{constante},$$

car, en différenciant, l'on trouve :

$$y' \, dx = dy, \text{ ou : } y' = \frac{dy}{dx}$$

13

L'intégrale définie montre, du reste, encore mieux la réalité du principe énoncé au n° 12.

C'est ainsi que, dans le cas dont il est question au n° 9, la quantité constante est égale à 1 (l'unité).

14

Il en résulte donc que :

x est l'intégrale *générale* de dx, et que :

$x - 1$ est l'intégrale *particulière* de dx, cette intégrale étant prise entre les limites.

$$1, \text{ et } x = \int_1^x dx$$

15

Une remarque très importante est la suivante :

une *différentielle* est donc une quantité *infiniment petite* ;

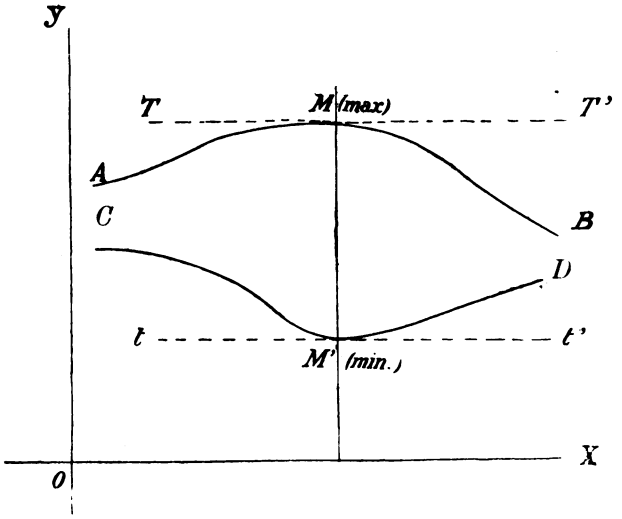
tandis que :

une *dérivée* est une quantité *finie, bien déterminée* ;

d'ailleurs :

une *dérivée* est un *rapport* de deux quantités *infiniment petites* ou de *leurs limites*.

16



Supposons représentée *graphiquement* par *rapport à deux axes* (oX et oY) la fonction

$$y = f(x),$$

et soient deux *courbes particulières* AMB et CM'D présen-

tant respectivement un *maximum* en M et un *minimum* en M'.

17

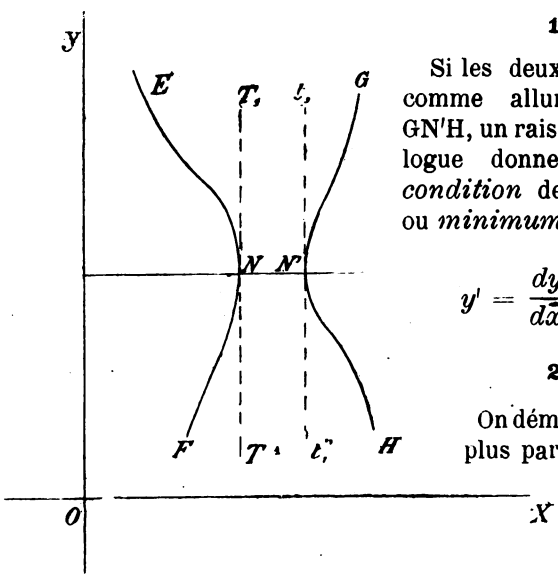
M et M' sont caractérisés par le fait que les *tangentes* qu'on y trace respectivement à chacune des deux courbes sont *parallèles à l'axe* OX (savoir TT' et *tt'*).

Les *coefficients angulaires* de ces tangentes sont donc *égaux* et sont *nuls* puisqu'ils ont comme valeur $\frac{dy}{dx}$ et que $dy = 0$ aux points M et M'.

18

La *condition* d'un *maximum* ou d'un *minimum* de la fonction $y = f(x)$ s'exprimera donc par

$$y' = 0, \quad \text{ou} \quad \frac{dy}{dx} = 0.$$



19

Si les deux courbes ont comme allures ENF et GN'H, un raisonnement analogue donne, pour cette *condition* de *maximum* ou *minimum*,

$$y' = \frac{dy}{dx} = \infty.$$

20

On démontre qu'il y a, plus particulièrement,

maximum quand la *condition supplémentaire* suivante est remplie :

$$y'' = f''(x) = \frac{d^2y}{dx} < 0 ;$$

et *minimum*, pour

$$y'' = f''(x) = \frac{d^2y}{dx} > 0.$$

CHAPITRE III.

DU TRAVAIL OU FONCTION POTENTIELLE.

En économie sociale, la première notion à considérer, et à exprimer, est celle du travail. On peut même dire que c'est la *seule notion simple* en l'occurence, la seule *fonction élémentaire* et la *base* de la théorie de la richesse sociale.

On a souvent méconnu la chose, et, en particulier, choisi comme point de départ la notion de l'*échange*. Or, relativement au travail, l'échange est un phénomène *complexe* ; il s'exprime par une *équation* dont le travail constitue l'un des *termes*, sinon les deux.

Autrement dit, le phénomène de l'échange s'accomplit *nécessairement* — si l'on considère rigoureusement les faits — *après* la manifestation du phénomène du travail ; il est, par rapport à ce dernier, son aboutissant, son motif, et, à un certain point de vue, sa mesure.

En langage analytique, on peut dire que le travail est la seule *fonction variable simple* qui soit à considérer dans le domaine économique. Toutes les autres fonctions de ce domaine sont :

ou bien *constantes*, savoir les matériaux que le travail

mettra en œuvre (autrement dit la matière telle quelle, brute, inopérante par elle-même, et tant qu'elle n'a prêté d'aucune façon à une manifestation quelconque de travail) ;

ou bien *complexes*, constituant des fonctions de fonctions, ou résultant d'équations, de rapports dont les termes ont, en définitive, le *travail comme variable indépendante.*

Rigoureusement, la fonction du travail n'est pas simple : elle est constituée et résulte d'éléments divers ; mais ces éléments sont d'autres ordres et relèvent directement d'entités — si l'on peut dire — cosmiques, physiologiques et autres, dont l'étude est simplement *auxiliaire* à celle de l'économie politique, quand elle n'en est pas *indépendante.*

On pourrait synthétiser ces notions en disant que, d'une façon générale, un phénomène économique quelconque peut être exprimé, en dernier ressort, par la somme de deux termes, savoir :

matière (*ou constante*) + *travail* (*ou variable*).

En empiétant un peu sur ce qui va suivre, on pourrait ajouter que le total de cette somme (ou mieux la résultante de ces deux termes) constitue ce qu'on appelle un *capital*[1], et dire, en résumé :

Les phénomènes économiques ont pour caractéristique la production de capitaux par l'action du travail sur la matière ; et il en résulte que le *capital lui-même est déjà une fonction de fonctions dont le travail est la variable indépendante.*

*
* *

Il reste à expliquer pourquoi il est, ici, jugé utile de dénommer le travail : *fonction potentielle.*

Dans les sciences physico-mathématiques, le *potentiel* est le nom que l'on donne à tout ce qui est susceptible de se

[1] Le terme *capital* est employé ici, comme dans la suite, dans un sens généralisé. Il entend, à la fois, les notions *produit* et *capital*, ce dernier mot étant pris dans son acception ordinaire.

transformer en *force*, de donner lieu à *la manifestation d'énergie* qu'on appelle force.

En langage analytique, on définit la chose comme suit :

Le potentiel est la fonction dont la variable donne lieu à une force ; et, par la métaphore synthétique de la définition scientifique (qui a toujours, au fond, le but d'identifier par une phrase la chose à mesurer et sa mesure) :

La force est la variation du potentiel. Par similitude, l'on dira :

La force de travail est la variation de la fonction potentielle (économique).

D'ailleurs, le travail, en tant que notion, est bien de la nature d'un potentiel. En effet, la force de travail, qui en est la manifestation et la mesure, est éminemment et par essence, susceptible de variation. D'autre part, on peut considérer l'énergie disséminée partout — et, si l'on peut dire, partout expectante, — comme une réserve de force enmagasinée, latente, n'attendant que l'occasion de se manifester. Au surplus, on juge de l'effet d'une force par une action physique ou chimique (ces deux mots étant entendus aussi généralement que possible), se traduisant par une augmentation ou une atténuation de certaines propriétés de la matière où l'on a agi : on juge de même de l'effet de la force de travail par une variation de propriété de la matière mise en œuvre (cette variation étant, en toute logique, une augmentation d'utilité de cette matière, (ce qu'on appelle ordinairement une plus-value). Enfin, la force de travail n'est, au même titre que toute autre force, qu'une forme de l'énergie, et participe à tout ce qui est relatif à celle-ci.

L'on entendra donc par *travail*, l'*énergie* (statique) *potentialisée, intégrée*, et par *force de travail* l'*énergie* (dynamique) *virtuelle, différentialisée*.

CHAPITRE IV.

DE L'EXPRESSION DU POTENTIEL-TRAVAIL.

Une distinction absolue s'impose tout d'abord entre l'expression de la fonction potentielle de travail et celle de la même fonction considérée dans les sciences physico-mathématiques.

Si l'on examine, par exemple, le potentiel électrique, — si bien étudié par Maxwell, — l'on voit qu'il est proportionnel à l'intensité du courant que sa variation peut produire, et à la résistance du milieu où ce courant se produit.

Mais, ce qu'il faut noter, c'est que ce *potentiel électrique est indépendant du temps*, non pas absolument, mais en ce sens qu'il peut être utilisé par périodes quelconques : immédiatement successives comme discontinument espacées. Il en est de même, d'ailleurs, du potentiel hydraulique : l'eau d'un niveau, dont une industrie se sert, peut être utilisée d'une façon continue ou discontinue par rapport au temps.

Le potentiel-travail, lui, *dépend complètement du temps*, à tel point qu'il peut être mesuré d'une façon fort approximative par la *journée de travail*. Sa nature réside précisément dans ce fait qu'il *doit être constamment employé au risque d'être irrémédiablement perdu*.

La raison de cette différence essentielle, et dont il faut tout d'abord s'imprégner, réside dans le fait que le potentiel-travail *se reproduit lui-même*, que son alimentation continue, sa régénération constante sont subordonnées à sa manifestation, c'est-à-dire à sa variation continue, à sa dépense ininterrompue.

Les autres potentiels, au contraire, sont des quantités dont l'existence est indépendante d'elles-mêmes, *mais précisément dépendantes de la force de travail*.

Le potentiel-travail est donc celui qui alimente tous les autres, sans les créer toutefois, celui qui les approprie aux forces à produire, et, partant, aux effets à obtenir. Il est donc comme le sphinx incessamment renaissant, mais dont la condition de vie est le mouvement, l'évolution sans arrêt. Sans le temps, il ne peut donc être, et l'on peut dire que le *potentiel-travail est une fonction de t*, en désignant le temps — suivant la notation ordinaire — par la lettre *t*.

*
* *

Mais, si le temps est la variable indépendante la plus importante du potentiel-travail, il est d'autres variables qui interviennent dans son expression.

Comme on l'a dit, le travail est un phénomène complexe à certain point de vue. Il se caractérise par des éléments divers et son processus est influencé par des particularités multiples, par des circonstances subjectives et objectives qu'ont ne peut que très difficilement exprimer par une formule. Ces circonstances, ces éléments peuvent toutefois être rapportés — plus ou moins approximativement, bien entendu — à une seule notion : l'*intensité du travail* qui est précisément la résultante — plus ou moins flagrante — de toutes les actions de ces éléments sur le processus du travail. Cette intensité varie, en effet, avec tout ce qui touche de près ou de loin le travail, et en particulier avec :

1) les données physiologiques et intellectuelles du travailleur.

2) l'ambiance matérielle et météorologique du travail.

3) l'ambiance sociale du travail et du travailleur, etc.

A un certain point de vue, il peut sembler que cette intensité est une *constante*, car, pour des conditions données, elle a chance d'avoir toujours même valeur. C'est pour ce motif que l'on avait d'abord écrit

$$T = f\ (t) \qquad (1)$$

où T *représente le travail* (*potentiel-travail*). Mais, pour donner plus de généralisation aux formules qui suivront, et pour tenir compte de la variabilité de tous les éléments intervenant dans le phénomène du travail et l'influençant, il semble préférable de compléter la formule (I) comme suit :

$$T = f\ (i,\ t) \qquad \text{(II)}$$

où *i représente l'intensité de travail* (par analogie avec l'intensité dans les phénomènes physico-mathématiques).

Enfin, pour mettre en évidence les éléments constants qui entrent toujours dans le phénomène du travail, quels que soient le lieu et le mode de sa manifestation, pour faire ressortir les caractères communs invariables qui y entrent en jeu, l'on écrira définitivement

$$T = k\ f\ (i,\ t) \qquad \text{(III)}$$

où k représente ce que nous appellerons la *constante du travail.*

* * *

Si l'on différencie l'équation (III), on a :

$$dT = k\ f'\ (i,\ t)\ dt$$

cette différenciation ayant lieu par rapport au temps, ou encore :

$$F = \frac{dT}{dt} = k\ f'\ (i,\ t) \qquad \text{(IV)}$$

où F représente la *force de travail.*

La force de travail est donc la *dérivée par rapport au temps* de la fonction potentielle ou potentiel-travail.

* * *

Il résulte de ces considérations, qu'il y a identité complète entre diverses quantités et éléments du travail-potentiel ou force —, avec les notions similaires du travail dans les sciences physiques.

C'est ainsi que le développement de l'expression

$$f' \ (i, \ t)$$

va donner lieu à l'obtention d'une quantité

$$\varphi = \frac{di}{dt} \qquad \text{(V)}$$

que l'on appellera *accélération du travail* (par similitude avec l'accélération du mouvement en général).

De même, la notion de la *quantité* de travail en découle. Elle sera égale au produit de l'intensité de travail par le temps (ce qui revient à dire que l'intensité de travail est le travail par unité de temps). On aura donc

$$Q = i \ . \ t \qquad \text{(VI)}$$

ou, analytiquement :

$$\frac{dQ}{dt} = i. \qquad \text{(VII)}$$

Et à ce propos, *il y a lieu d'éviter toute confusion entre les deux notions : potentiel-travail d'une part, et quantité de travail de l'autre.* La différence entre les deux éléments est évidente en sciences physiques, précisément parce que le potentiel y est indépendant du temps, contraire-

ment à ce qui se présente pour le potentiel-travail (économique). Cette différence essentielle consiste en ce qui suit :

1) La quantité de travail est le *produit* de i et de t ;

2) Le potentiel-travail est une *fonction* de i et de t, *fonction dont la forme n'a pas été déterminée.*

Au surplus, il résulte de (VII) une nouvelle expression de la force du travail, savoir :

$$F = k\, f'\left(\frac{dQ}{dt},\ t\right) \qquad \text{(VIII)}$$

D'autre part, on entendra par *puissance du travail :*

$$P = T \,.\, i \qquad \text{(IX)}$$

et par *énergie du travail*

$$E = T \,.\, i \,.\, t \qquad \text{(X)}$$

ou, analytiquement :

$$P = T\,\frac{dQ}{dt} \qquad \text{(XI)}$$

$$P = k\, f(i,\, t)\, i = k\, f\left(\frac{dQ}{dt},\, t\right).\, i \qquad \text{(XII)}$$

et

$$E = T\,\frac{dQ}{dt} \qquad \text{(XIII}$$

$$E = f(i,\, t)\, i\, t = f(i,\, t)\,\frac{dQ}{dt}\, t. \qquad \text{(XIV)}$$

* * *

De ces formules, enfin, résultent les relations intéressantes qui suivent :

1) $$E = T . Q \qquad \text{(XV)}$$

ce qui s'exprime comme suit :

L'*énergie du travail* est égale au *produit* de sa *quantité* par un *potentiel.*

2) En multipliant et divisant le second membre de (VI) par t :

$$Q = \frac{i}{t} . t . t$$

donc $$Q = \varphi . t^2 \qquad \text{(XVI)}$$

ce qui s'exprime comme suit :

la *quantité du travail* est égale au *produit* de son *accélération* par le *carré* de son *temps.*

* * *

L'on peut encore, par analogie avec ce qui se fait en électricité, considérer la notion donnée par le *quotient* du *potentiel* travail par l'*intensité* du travail ; mais pour mieux faire comprendre à quoi cette notion correspond, il vaut mieux envisager son inverse :

L'on appellera *facilité du travail*, le rapport entre l'*intensité* du travail et le *potentiel* du travail mis en œuvre, soit :

$$c = \frac{i}{T} \qquad \text{(XVII)}$$

Il importe également de ne pas confondre c avec ce que l'on appellera *la productivité du travail*, c'est-à-dire :

$$p = \frac{i}{Q} \qquad \text{(XVIII)}$$

On voit d'ailleurs que cette dernière n'est autre chose que l'*inverse du temps de travail*, car elle peut s'écrire

$$p = \frac{i}{i \cdot t} = \frac{1}{t} \qquad \text{(XIX)}.$$

* * *

De ces deux nouvelles formules, il résulte que

$$T \cdot c = p \cdot Q \qquad \text{(XX)}$$

et que (en combinant cette équation avec l'équation XV)

$$c = p \frac{Q}{T} = p \frac{\frac{E}{T}}{T} = p \cdot E \qquad \text{(XXI)}$$

donc la *facilité du travail est égale à sa productivité multipliée par son énergie.*

CHAPITRE V.

DU CAPITAL ET DE SON EXPRESSION.

L'on a dit, au cours du chapitre III, que le capital était *le résultat de l'action du travail sur la matière.*

Il en résulte qu'il *ne peut exister de capital là où il n'y a pas eu manifestation de travail.*

C'est ainsi que le minerai dans le sein de la terre ne devient capital qu'à partir du moment où un travail quelconque (voir préliminaire) a été effectué dans le but de

l'extraire. De même, de la terre en friche n'est pas un capital ; mais un outil en est un, au même titre, par exemple, qu'une pensée que l'on exprime.

On peut dire aussi qu'il y a production de capital chaque fois qu'il y a *augmentation d'utilité*, quel que soit le lieu, quelle que soit la nature de l'objet auquel le travail s'applique.

Il en résulte que *l'expression mathématique du capital découle de celle du travail*, et qu'il y a, même, *identité* entre les deux.

*
* *

Cela très rapidement rappelé, l'on voit que l'équation générale du capital est

$$capital = matière + travail$$

ou, en employant des symboles

$$C = M + T \qquad \text{(XXII)}$$

Il faut bien remarquer que cette somme ne constitue pas une superposition de ses deux éléments, mais bien une *accumulation* du second dans le premier.

Le phénomène peut se comparer à celui de la charge d'un accumulateur électrique, à qui l'on confie momentanément une certaine quantité d'énergie qu'on désire récupérer en temps voulu.

Au surplus, le travail (économique) fait cette accumulation de façon continue, parce qu'il se trouve à tout instant disponible et que sa non-utilisation équivaut à sa perte.

*
* *

Donc l'équation (XXII) *n'est pas homogène*, et elle ne l'est pas plus économiquement que mathématiquement.

Il faut remarquer, en effet, qu'on ne peut sommer de la matière et du travail, ces deux quantités ayant des unités différentes. Cette relation est donc de convention. Au point de vue rigoureux, étant donné que ce qui fait le capital est non pas la matière, mais bien le travail qu'on y incorpore (la matière est seulement l'occasion, le lieu du travail), on devra rigoureusement écrire

$$\textit{Capital} = \textit{Travail}$$

ou

$$C = T \qquad \text{(XXIII)}$$

Toutefois, étant admis que la lettre M ne figure dans la relation qu'à titre de convention, et que, d'autre part, elle ne gênera en rien les calculs (elle est constante et s'éliminera d'elle même dans les développements analytiques), il n'est pas indispensable de la faire disparaître dès à présent ; et cela d'autant plus que, à l'occasion de la notion de la valeur et du profit, cette quantité peut être utilisée.

*
* *

Un autre reproche peut être fait aux relations XXII et XXIII : l'égalité rigoureuse des deux membres n'existe pas.

Il est bien évident qu'en effectuant un certain travail, en l'appliquant à une transformation donnée, le résultat obtenu par l'action — quoique équivalant strictement à l'action elle-même — n'en possède pas la nature et les propriétés. En opérant du travail, en se servant d'énergie, on opère une transformation, et c'est celle-ci qui est le but de l'action posée. Si ce que l'on obtient (capital) était identique sous tout rapport à ce dont on se sert (travail), l'opération n'aurait pas de sens et ne devrait plus raisonnablement, être répétée. Le produit doit donc être différent du moyen, et cette différence doit correspondre à la satisfaction d'une nécessité ou d'un

désir pour qu'on s'astreigne à la produire. Le processus du travail a donc pour but de modifier une des propriétés de celui-ci en une autre dont on puisse tirer mieux parti. Il y a donc modification d'aspect, transformation de l'énergie dépensée de façon à obtenir une *augmentation d'utilité*, et cela concurremment à une constance inaltérable de la somme d'énergie mise en œuvre. Appelons A cette augmentation ; nous aurons donc pour équation rigoureuse :

$$C = (M) + T + A \qquad \text{(XXIV)}$$

Nous plaçons M entre parenthèses pour indiquer que sa présence est de convention pure.

Ce sera l'*équation définitive du capital* qui peut s'écrire aussi, d'après ce qu'on a vu :

$$C = (M) + k\, f(i, t) + A \qquad \text{(XXV)}$$

* * *

Le procès du travail peut, naturellement, s'appliquer à la transformation d'un capital donné en un autre capital. C'est en particulier le cas qui se présente dans la confection de tout objet de forme complexe. Mais il faut remarquer qu'on peut toujours se reporter à l'équation-type, en considérant la matière initiale indépendamment des phases de fabrication qu'elle a déjà traversées et du produit final qu'on veut obtenir. C'est pourquoi l'équation suivante n'a guère de signification, ou du moins elle n'ajoute aucune notion nouvelle aux précédentes

$$C_1 = C + T_1 + A_1 \; ; \qquad \text{(XXVI)}$$

et il en est de même de :

$$C_2 = C_1 + T_2 + A_2 \quad \text{etc.}$$

Dans ces relations, les premiers termes des seconds membres étant bien des capitaux, doivent y figurer rigoureusement.

CHAPITRE VI.

DE LA VALEUR ET DE SON EXPRESSION.

Comme on l'a vu dans le chapitre précédent, le procès de travail, outre qu'il peut être considéré comme moyen, comme mode d'action, doit l'être aussi comme résultat. En d'autres termes, dans la notion du capital et déjà dans la notion de la force de travail, réside celle de l'augmentation d'utilité.

Celle-ci n'est donc, en somme, que la variation du potentiel-travail, *seulement c'est cette variation considérée comme résultat*, alors que la force du travail est la variation du potentiel (ou plutôt la dérivée) au point de vue du *mode* de travail lui-même.

On peut dire encore que le travail, qui se dépotentialise en force de travail, *se repotentialise dans l'expression de l'augmentation d'utilité*. Cette dernière est donc simplement, non pas une chose créée, mais bien le résultat du déplacement d'une partie ou de la totalité du potentiel-travail ; et ce déplacement — il faut bien le noter — s'est produit par cette partie elle-même ou ce tout lui-même, du potentiel-travail.

Il est encore ici une occasion pour répéter que la notion de la force de travail est illusoire, si on ne l'entend pas simplement comme mode de transformation du potentiel, tout en étant une certaine forme du potentiel. Tout ceci n'est, du

reste, que le développement du principe de la contingence, de l'identité de la force et de la matière. Mais comme ce sont les principes généraux qui offrent parfois les plus grandes difficultés de conception, il n'est pas inutile de redire en synthétisant :

La *variation du potentiel-travail* donne lieu à la *production d'une force de travail*, laquelle aboutit à une *repotentialisation* sous forme d'*augmentation d'utilité*.

*
* *

Or, la notion de la valeur est toute voisine de celle-ci. Procédons par comparaison. Soit un réservoir d'eau à une certaine hauteur au-dessus d'une roue à auges à actionner, ou bien une différence de potentiel donnée entre les deux bornes d'une dynamo. Quand les deux travaux envisagés ont été produits par le fait d'une variation de potentiel, il y a eu production d'une augmentation d'utilité. Celle-ci, quoique étant la mesure du potentiel dépensé, ne diffère pas moins de celui-ci au point de vue de la forme, de l'aspect, du parti dont on peut en tirer.

En somme, on peut dire que le potentiel hydraulique ou électrique, tantôt inopérant — au point de vue qu'on se propose — *aura été la source de production d'une certaine valeur*.

De même, économiquement, la force de travail en se repotentialisant dans le produit, dans le capital, aura donné lieu à la production d'une certaine valeur.

*
* *

L'expression de cette valeur doit se déduire de l'équation du capital ; elle doit être :

$$V = T + A \qquad \text{(XXVII)}$$

$$= k\, f\,(i,\, t) + A \qquad \text{(XXVIII)}$$

Car elle doit équivaloir d'une part à l'énergie mise en œuvre qui doit se retrouver intacte, en somme, et d'autre part à l'augmentation d'utilité résultante.

Avant l'application du travail, la matière n'avait aucune valeur ; à la fin du procès du travail, elle s'estime par la *valeur* du capital produit.

* * *

Au point de vue absolu, on devrait avoir :

$$V = T \qquad \text{(XXIX)}$$

puisque le travail est le seul agent qui ait été mis en cause ; mais, analytiquement, la seule relation qui existe est :

$$dV = dT \qquad \text{(XXX)}$$

CHAPITRE VII.

DE LA POTENTIALISATION ET DE L'INTÉGRATION.

On a fait, jusqu'à présent, du mot *potentialiser* le contraire de *varier*, c'est-à-dire qu'on a entendu le mot potentialiser comme une périphrase, facile à saisir, du mot *intégrer*. On sait qu'intégrer c'est *sommer* des variations d'une certaine fonction pour la reconstituer ; ou, plutôt — synthétiquement — c'est partir de la variation d'une fonction pour arriver à connaître une valeur déterminée de celle-ci.

Le mot intégrer a pour opposé le terme varier, ou encore différencier. Il est, par conséquent, l'équivalent de potentialiser. On dira donc que l'intégrale de la force de travail est

égale au potentiel-travail, ou que celui-ci, différencié, donne la force de travail.

Le potentiel-travail et l'augmentation d'utilité seront donc des intégrales, tandis que la force de travail sera une variation, une différentielle, soit du potentiel-travail, soit de l'augmentation d'utilité.

En somme, la *différentiation* marquera l'*état de mouvement* de la force de travail agissant ; et l'*intégration* indiquera son état de *repos*, de *potentialisation*, que cet état soit un point de départ (potentiel-travail) ou un point d'arrivée (augmentation d'utilité).

CHAPITRE VIII.

DE LA RELATION ENTRE L'AUGMENTATION D'UTILITÉ ET LA FONCTION POTENTIELLE.

L'on a vu au chapitre VI que l'augmentation d'utilité était due à une variation du potentiel-travail.

Au surplus, cette augmentation d'utilité est plus ou moins grande suivant que cette variation l'est plus ou moins également.

Il en résulte qu'il y a *proportionnalité directe* entre ce que l'on a appelé A et T, ou encore que ces deux termes ne diffèrent que par un certain *coefficient* qui n'est autre chose que leur *rapport*.

Une dernière façon de s'exprimer, et elle servira de définition d'une notion nouvelle, consiste à dire que l'augmentation d'utilité est un *taux* (qu'on représentera par τ) plus ou moins grand du potentiel-travail.

L'on pourra donc écrire analytiquement :

$$dA = \tau \,.\, dT \qquad \text{(XXXI)}$$

ou encore,

$$dA = \tau \,.\, k \,.\, f'(i.\, t)\, dt. \qquad \text{(XXXII)}$$

Cette équation peut être intégrée, en prenant o et t comme limites du temps,

$$\int_o^t dA = \tau \,.\, k \,.\, \int_o^t f'(i\,,\, t)\, dt$$

or, à $t = o$ correspond la valeur $A_o = o$, car il est évident qu'au début du processus du travail, l'augmentation d'utilité est nulle, comme l'est le travail dépensé, d'ailleurs.

On a donc

$$A_t - A_o = \tau \,.\, k \,.\, \Big[f(i\,,\, t) \Big]_o^t$$

ou :

$$A_t = \tau.\, k \,\{ [\, f(i,\, t)\,]_t - [\, f(i,\, t)\,]_o \,\}$$

ou enfin :

$$A_t = \tau \,.\, (T_t - T_o) \qquad \text{(XXXIII)}$$

Or, au temps o, le travail est nul, et l'on peut donc écrire :

$$A_t = \tau \,.\, T. \qquad \text{(XXXIV)}$$

Ce qu'on peut exprimer comme suit :

L'*augmentation d'utilité* est égale (au coefficient τ près) au *potentiel-travail* mis en œuvre.

Le raisonnement analytique confirme donc simplement (comme cela sera toujours) ce que le simple raisonnement arithmétique démontre.

*
* *

Analytiquement, toutefois, A *peut être égal à zéro sans que* T *le soit* : il suffit pour cela que T soit une quantité

constante quelconque (dont, comme on l'a répété, la différentielle est toujours nulle). Mais, en réalité, cette constante ne peut qu'être égale à zéro, puisque c'est la variation de T seule qui peut donner lieu à une augmentation d'utilité.

*
* *

On peut dire aussi que A est nul dans le cas où la force de travail ne reproduit que son équivalent propre, quand le potentiel est simplement régénéré sans effet utile externe. Mais c'est là un cas que la pratique ne rencontre pas, ou plutôt qu'elle n'a aucun intérêt à susciter jamais.

*
* *

L'équation (XXXI) peut aussi s'écrire sous sa forme dérivée :

$$\frac{dA}{dt} \cdot dt = \tau \frac{dT}{dt} dt \qquad \text{(XXXV)}$$

CHAPITRE IX.

DE L'ÉQUATION ANALYTIQUE DU CAPITAL.

Quand le potentiel-travail varie, l'augmentation d'utilité varie proportionnellement, et de ces éléments résulte une variation de la valeur obtenue, c'est-à-dire du capital produit. Cela peut s'écrire :

$$dC = dT + dA$$

ou :

$$\frac{dC}{dt} dt = \frac{dT}{dt} dt + \frac{dA}{dt} dt \qquad \text{(XXXVI)}$$

d'où :

$$\int_o^t \frac{dC}{dt}\,dt = \int_o^t \frac{dT}{dt}\,dt + \int_o^t \frac{dA}{dt}\,dt,$$

ce qui donne :

$$C_t - C_o = T_t - T_o + A_t - A_o$$

or :

$$C_o = (M),\ T_o = o,\ \text{et}\ A_o = o.$$

En réalité, $C_o = o$, mais en écrivant $C_o = (M)$, l'on veut montrer, que, au moment où le travail commence, il se trouve vis-à-vis d'une quantité constante, d'une matière à mettre en œuvre. On aura :

$$C_t = T_t + A_t + (M) \qquad \text{(XXXVII)}$$

ce qui nous ramène à l'équation (XXIV) ; mais cette dernière forme a l'avantage de montrer la variabilité de C, T et A par rapport au temps, par opposition à l'invariabilité de (M) relativement à ce facteur.

*
* *

Rigoureusement on a donc :

$$C_t = T_t + A_t = V_t \qquad \text{(XXXVIII)}$$

*
* *

Il peut sembler étrange de parler de la *valeur d'un produit à un temps t*, c'est-à-dire à un *instant quelconque du procès du travail*, même quand le travail n'est pas terminé.

C'est là une abstraction mathématique, qui, au fond, répond pourtant à la réalité.

La valeur à un temps t n'est que la quantité de travail potentialisée dans un produit à l'instant t. Que cette quantité soit extérieurement appréciable ou non, qu'elle soit *utilisable* ou non, elle n'en est pas moins accumulée dans le produit à ce moment.

Ordinairement, le mot capital, ou valeur, est réservé pour le produit achevé. Mais l'économiste doit considérer — et ne pas perdre de vue — cette notion à chaque instant du procès du travail, c'est-à-dire comme une *quantité essentiellement variable et dépendante du temps*.

CHAPITRE X.

DES TAUX DE L'AUGMENTATION D'UTILITÉ ET DU PROFIT.

Karl Marx différencie deux notions qui, en réalité, n'en font qu'une, savoir : celle que l'on a dénommé τ au chapitre VIII, et le taux du profit. En faisant ainsi,comme on le fait ici d'ailleurs, il ne fait que consacrer l'usage banal qui considère la matière mise en œuvre comme un capital. Du reste, la terminologie actuelle astreint l'économiste à distinguer entre les deux termes que ce chapitre définit ; c'est pourquoi, quoique conscient de l'*identité définitive du profit et de l'augmentation d'utilité*, on écrira :

Pour le *taux du profit*

$$\theta = \frac{\int \frac{dA}{dt}\, dt}{(M) + \int \frac{dT}{dt}\, dt} \qquad \text{(XXXIX)}$$

et, pour le taux de A

$$\tau = \frac{\int \frac{dA}{dt}\, dt}{\int \frac{dT}{dt}\, dt} \qquad \text{(XL)}$$

*
* *

Il est intéressant de remarquer que ces deux taux qui s'expriment par des rapports de dérivées, sont également des *dérivées*, car ils peuvent s'écrire sous la forme

$$\tau = \frac{dA}{dT}. \qquad \text{(XLI)}$$

*
* *

L'on voit que

$$\theta < \tau \qquad \text{(XLII)}$$

τ est plus petit que θ puisque son dénominateur est plus grand.

*
* *

Au surplus, il existe, entre ces deux taux, une relation qui permet de les obtenir en fonction l'un de l'autre, car l'on a :

$$\frac{1}{\theta} = \frac{(M) + T}{A}$$

$$= \frac{(M)}{A} + \frac{T}{A}$$

$$= \frac{(M)}{A} + \frac{1}{\tau}.$$

D'où l'on tire :

$$\frac{I}{\theta} = \frac{(M)}{A} + \frac{I}{\tau}, \quad \text{ou :} \quad \frac{I}{\tau} = \frac{I}{\theta} - \frac{(M)}{A} \qquad \text{(XLIII)}$$

CHAPITRE XI.

DU TAUX-VALEUR DE L'AUGMENTATION D'UTILITÉ ET DU TAUX DE L'EFFET UTILE.

L'on pense utile d'introduire ici deux notions qu'on ne considère pas généralement et qui, pourtant, présentent un assez grand intérêt. L'on appellera :

1) a, le taux-valeur de l'augmentation d'utilité

$$a = \frac{A}{V} \qquad \text{(XLIV)}$$

ou :

$$a = \frac{\int \frac{dA}{dt}\, dt}{\int \frac{dV}{dt}\, dt}$$

$$= \frac{\frac{dA}{dt}}{\int \frac{dT}{dt}\, dt + \int \frac{dA}{dt}\, dt} \qquad \text{(XLV)}$$

2) D, le taux de l'effet utile

$$D = \frac{V}{T} \qquad \text{(XLVI)}$$

ou :

$$D = \frac{\int \frac{dV}{dt}\, dt}{\int \frac{dT}{dt}\, dt}$$

$$= \frac{\int \frac{dT}{dt}\, dt + \int \frac{dA}{dt}\, dt}{\int \frac{dT}{dt}\, dt} \qquad \text{(XLVII)}$$

*
* *

Il est aussi intéressant, en effet, de se faire une idée du rapport entre la valeur de l'objet produit et l'augmentation d'utilité, que de connaître le rendement de la force de travail, c'est-à-dire l'augmentation d'utilité. Si le taux de cette dernière peut servir de base à la rémunération du travail, le taux-valeur ajoute un élément utile à cette recherche, savoir l'importance absolue à donner à cette rémunération : autrement dit A est *relatif* et *a* est *absolu*.

D'autre part, D donne l'expression du *rendement théorique* de la force de travail, le *rendement pratique* étant $\frac{A}{T}$.

Chose étrange, d'ailleurs, si le rendement pratique est < 1, le rendement théorique est > 1 ! Ne peut-on pas dire que cela est dû à ce que la force de travail est auto-régénératrice et que sa transformation donne lieu à une création par rapport à certains éléments ?

*
* *

Cela dit, l'on voit que :

$$\frac{1}{a} = \frac{T + A}{A},$$

ou : $$\frac{1}{a} = \frac{1}{\tau} + 1 \qquad \text{(XLVIII)}$$

ou encore : $$\frac{1}{a} = 1 + \frac{I}{\theta} - \frac{(M)}{A} \qquad \text{(XLIX)}$$

et que :

$$D = \frac{T + A}{T}$$
$$= 1 + \tau \qquad \text{(L)}$$

Au surplus, en multipliant les équations (XLVIII) et (L), on obtient :

$$\frac{D}{a} = \left(\frac{1}{\tau} + 1\right)(1 + \tau)$$

ou : $$\frac{D}{a} = \frac{1}{\tau} + \tau + 2 \qquad \text{(LI)}$$

CHAPITRE XLI.

DE L'AUGMENTATION D'UTILITÉ RELATIVE.

Marx définit cette quantité comme celle qui est mesurée par le temps dont on *abrège* le temps de travail nécessaire à la production d'un certain capital.

Soient π cette augmentation d'utilité relative et T_π la partie restant du travail quand il a été abrégé pour donner lieu à π.

Ayant maintenant à distinguer entre A et π, nous affecterons de ce dernier indice tous les autres signes, pour distinguer auxquels des deux ils affèrent.

On aura donc :

$$d\,\pi = \tau_\pi \,.\, k \,.\, f'(t)\, dt \qquad \text{(LII)}$$

et :

$$\int_o^\pi d\pi = \tau_\pi \int_{T_\pi}^{T_t} dT$$

$$= \tau_\pi\, k \left[f(t)\right]_o^{\prime\pi}$$

$$= \tau_\pi \left(T_t - T_{\pi.t}\right).$$

D'où :

$$\pi_t = \tau_\pi \left(T_t - T_{\pi,t}\right) \qquad \text{(LIII)}$$

ou :

$$\frac{d\pi}{dt}\, dt = \tau_\pi \left(\frac{dT}{dt}\, dt - \frac{dT_\pi}{dt}\, dt\right). \qquad \text{(LIV)}$$

* * *

En raisonnant comme il a été fait précédemment, on voit que

$$\pi = T - T_\pi \qquad \text{(LV)}$$

* * *

La notion de l'augmentation d'utilité relative n'est pas une fiction. C'est, en effet, maintenant, uniquement sur l'abréviation de la quantité de travail nécessaire à l'obtention d'un capital (ou produit) que portent les efforts de l'industrialisme moderne, et c'est d'elle qu'en résulte le progrès.

Cette nouvelle notion est donc importante dans la théorie du capital, et toutes les équations vues jusqu'à présent doivent être complétées en en tenant compte implicitement.

* * *

Analytiquement, l'augmentation d'utilité relative est ce que l'on pourrait appeler la *variation en dedans* du potentiel-travail, ou encore sa *variation négative*.

Tandis que A a pour condition essentielle de sa production la valeur de T, π, au contraire, croît précisément — *non pas avec la diminution absolue de* T — mais bien avec son « *rétrécissement* », sa *condensation*, si l'on peut dire.

* * *

Toutefois, au point de vue de l'effet utile, ces deux quantités ont même influence (mathématiquement on dira qu'elles ont *même signe*) en ce sens qu'elles *s'ajoutent* pour augmenter cet effet utile. La nuance qui les différencie ne *sera pas sensible dans leur somme*, algébriquement parlant.

CHAPITRE XIII.

DE L'AUGMENTATION D'UTILITÉ TOTALE.

Cette notion, qu'on figurera par la lettre B, trouve son expression dans les considérations précédentes.

En particulier, elle se voit définie, et sa forme justifiée, dans le troisième paragraphe du chapitre XII.

On aura donc :

$$B = A + \pi \qquad \text{(LVI)}$$

$$B = \tau_p \,.\, T + \tau_\pi \left(T - T_\pi\right)$$

ou encore :

$$B = T\left(\tau_p + \tau_\pi\right) - T_\pi \,.\, \tau_\pi \qquad \text{(LVII)}$$

* * *

Comme il a déjà été dit, cette augmentation d'utilité totale constitue le profit, en dernière analyse.

CHAPITRE XIV.

DES ÉQUATIONS DÉFINITIVES DE C ET DE V.

En tenant compte de B, l'on aura pour variation résultante définitive du capital :

$$\frac{dC}{dt}\,dt = \frac{dT_\pi}{dt}\,dt + \frac{dA}{dt}\,dt + \frac{d\pi}{dt}\,dt \qquad \text{(LVIII)}$$

Intégrant entre o et t :

$$C_t - C_o = T_{\pi\,.t} - T_{\pi\,.o} + A_t - A_o + \pi_t - \pi_o$$

Or, pour les raisons vues, on écrit :

$$C_o = (M) \qquad T_{\pi.o} = o \qquad A_o = o \qquad \pi_o = o.$$

Donc :

$$C_t = T_{\pi.t} + A_t + \pi_t + (M) \qquad \text{(LIX)}$$

et, de même :

$$V_t = T_{\pi.t} + A_t + \pi_t \qquad \text{(LX)}$$

* * *

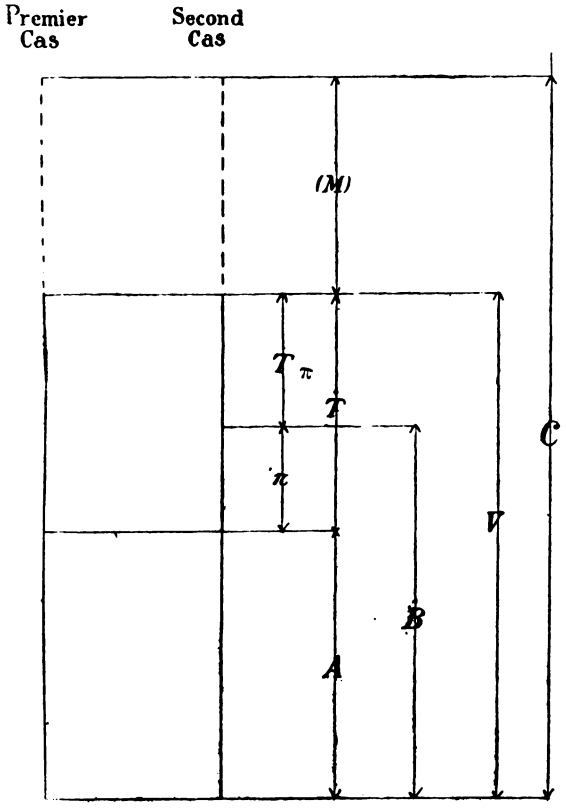
L'observation reprise au 3e paragraphe du chapitre IX est d'application ici.

* * *

L'équation du capital est toujours foncièrement même, comme on voit. Elle fait seulement mention, en plus, du *surtravail* (comme dit Marx) puisque, dans ces conditions, il y a réduction du temps strictement nécessaire à une production normale.

* * *

Pour rendre cette équation encore plus tangible, il suffit de la dessiner comme il est fait ici (en premier lieu sans tenir compte de π, et, en deuxième lieu, en faisant intervenir cette notion).



Les parties de ligne afférentes à (M) ont été dessinées en pointillé pour la raison qui a fait mettre partout ce symbole entre parenthèses (voir 4e paragraphe du chapitre V).

CHAPITRE XV.

DES NOUVELLES ÉQUATIONS DE τ, θ, a, D.

De ce qui a été dit aux chapitres XII, XIII et XIV, il résulte que l'on aura :

$$\tau_{\pi} = \frac{\int \frac{d_{\pi}}{dt}\, dt}{\int \frac{d\,(T - T_{\pi})}{dt}}$$

ou :

$$= \frac{\pi}{T - T_{\pi}} \qquad \text{(LXI)}$$

$$\theta_{\pi} = \frac{\int \frac{d\pi}{dt}\, dt}{(M) + \int \frac{d\,(T - T_{\pi})}{dt}\, dt}$$

ou :

$$= \frac{\pi}{(M) + T - T_{\pi}} \qquad \text{(LXII)}$$

$$a_\pi = \frac{\int \frac{d\pi}{dt}\, dt}{\int \frac{dV}{dt}\, dt}$$

$$= \frac{\int \frac{d\pi}{dt}\, dt}{\int \frac{dT_\pi}{dt}\, dt + \int \frac{dA}{dt}\, dt + \int \frac{d\pi}{dt}\, dt}$$

ou :

$$= \frac{\pi}{T_\pi + A + \pi} \qquad \text{(LXIII)}$$

$$D_\pi = \frac{\int \frac{dV}{dt}\, dt}{\int \frac{dT}{dt}\, dt}$$

ou :

$$= \frac{T_\pi + A + \pi}{T_\pi} \qquad \text{(LXIV)}$$

* * *

On en conclut que :

1) $$\theta_\pi < \tau_\pi$$

2) $$\frac{1}{\theta_\pi} = \frac{(M) + T - T_\pi}{\pi}$$

$$= \frac{(M)}{\pi} + \frac{T - T_\pi}{\pi}$$

$$\frac{1}{\theta_\pi} = \frac{(M)}{\pi} + \frac{1}{\tau_\pi} \qquad \text{(LXVI)}$$

3) $$a_\pi < \tau_\pi \qquad \text{(LXVII)}$$

Car $T - T_\pi$, dénominateur de l'expression de τ_π, est proportionnel (et rigoureusement égal) à π ; il est donc plus petit que le dénominateur de a (c'est-à-dire $T_\pi + A + \pi$) ;

4) $$D\pi = 1 + \frac{A + \pi}{T_\pi}$$

$$= 1 + \frac{A + \pi}{T} \cdot \frac{T}{T_\pi} \qquad \text{(LXVIII)}$$

Cette expression sera simplifiée plus loin au moyen de l'introduction d'une nouvelle notion.

5) En multipliant les valeurs de D_π et a_π, on a :

$$D_\pi \cdot a_\pi = \frac{T_\pi + A + \pi}{T_\pi} \cdot \frac{\pi}{T_\pi + A + \pi} \qquad \text{(LXIX)}$$

Donc : $$D_\pi \cdot a_\pi = \frac{\pi}{T_\pi} \qquad \text{(LXIV)}$$

CHAPITRE XVI.

DES COEFFICIENTS DE RÉDUCTION DE A ET DE T.

Les relations vues plus haut amènent à la considération de deux nouvelles notions encore, savoir :

1) le *coefficient de réduction de* T

$$\sigma = \frac{\pi}{T} \qquad \text{(LXX)}$$

2) le *coefficient de réduction de* A

$$\delta = \frac{\pi}{A} \qquad \text{(LXXI)}$$

Il est évident qu'il est intéressant de connaitre les rapports entre l'augmentation d'utilité relative, d'une part, et d'autre part, respectivement avec le travail total appliqué, et l'augmentation d'utilité absolue. Ces deux coefficients montreront nettement l'influence de π sur le travail en général, puisqu'ils intéressent directement les réductions qu'il est possible d'opérer sur ses deux éléments les plus importants.

*
* *

L'équation (LXIX) donnera donc

$$D_\pi \cdot a_\pi = \sigma \qquad \text{(LXXII)}$$

*
* *

D'autre part, l'équation (LXIII) montre que :

$$\frac{1}{a_\pi} = \frac{T_\pi + A + \pi}{\pi}$$

$$= \frac{T_\pi}{\pi} + \frac{A}{\pi} + 1$$

$$= \frac{T_\pi}{\pi} + \frac{1}{\delta} + 1$$

et comme (LXI) donne :

$$\frac{1}{\tau_\pi} = \frac{T - T_\pi}{\pi}$$

on a : $$\frac{1}{a_\pi} = \frac{T}{\pi} - \frac{1}{\tau_\pi} + \frac{1}{\delta} + 1$$

ou : $$\frac{1}{a_\pi} = \frac{1}{\sigma} + \frac{1}{\tau_\pi} + \frac{1}{\delta} + 1 \qquad \text{(LXXIII)}$$

ce qui donne une relation curieuse *entre les inverses de l'unité et de quatre des coefficients considérés.*

*
* *

Rigoureusement, σ (qui n'est, en somme, que le rapport entre l'augmentation de l'utilité due à l'abréviation du temps de travail et le travail nécessaire) *est identique à* δ, puisque les dénominateurs de leurs expressions (savoir T et A) sont égaux, ou, du moins, *sont la mesure l'un de l'autre.*

Économiquement, ils ne présentent donc qu'une différence d'effet à cause.

*
* *

Enfin, on a vu que (LXIV)

$$D_\pi = \frac{T_\pi + A + \pi}{T_\pi}, \text{ ce qui peut s'écrire :}$$

$$D_\pi = 1 + \frac{A + \pi}{T_\pi}$$

ou : $$= 1 + \frac{A + \pi}{T} \cdot \frac{T}{T_\pi} \qquad \text{(Voir formule LXXIII.)}$$

$$= 1 + \left(\frac{A}{T} + \frac{\pi}{T}\right) \cdot \frac{T}{T_\pi}$$

donc: $$D_\pi = 1 + (\tau_p + \sigma)\ \frac{T}{T_\pi} \qquad \text{(LXVIV)}$$

CHAPITRE XVII.

DES TAUX TOTAUX DE L'AUGMENTATION D'UTILITÉ ET DU PROFIT.

Soient Δ le taux total du profit, et Θ le taux total de l'augmentation d'utilité.

L'on aura :

$$\Delta = \theta + \theta_\pi$$

ou :

$$\Delta = \frac{A}{(M) + T} + \frac{\pi}{(M) + T - T_\pi}$$

ou :

$$\Delta = \frac{A\,[(M) + T] - AT_\pi + \pi\,[(M) + T]}{[(M) + T]\,[(M) + T - T_\pi]}$$

$$= \frac{[(M) + T]\,[A + \pi] - AT_\pi}{[(M) + T]\,[(M) + T - T_\pi]}.$$

Or, on sait que :

$$C = (M) + T, \qquad \text{et que :}$$

$$B = A + \pi\,; \qquad \text{on a donc :}$$

$$\Delta = \frac{B\,.\,C - A\,.\,T_\pi}{C\,.\,(C - T_\pi)}. \qquad \text{(LXXV)}$$

* * *

D'autre part :

$$\Theta = \tau_p + \tau_\pi \qquad \text{ou}$$

$$= \frac{A}{T} + \frac{\pi}{T - T_\pi}$$

$$= \frac{AT - AT_\pi + \pi T}{T\,(T - T_\pi)}$$

$$= \frac{T\,(T + A) - T_\pi \,.\, A}{T\,(T - T_\pi)} \qquad \text{donc}$$

$$\Theta = \frac{[C - (M)]\,B - T_\pi \,.\, A}{[C - (M)]\,[C - (M) - T_\pi]}. \qquad \text{(LXXVI)}$$

Il en résulte donc, ce qui n'est qu'une conséquence de leur définition d'ailleurs, que l'*expression du taux total de l'augmentation d'utilité* se *déduit* de *celui du taux total du profit* en remplaçant, dans ce dernier, C par C — (M) ou T (car Θ peut encore s'écrire : $\Theta = \frac{T.B - T_\pi.A}{T\,.\,\pi}$ (LXXVII)

* * *

Il reste à donner, enfin, la *valeur du profit en fonction de ses divers éléments*. Or (LXXV) et (LXXVI) donnent :

$$\Delta\,.\,C\,(C - T_\pi) = B\,.\,C - A\,.\,T_\pi$$

$$\Theta\,[C - (M)]\,\pi = [C - (M)]\,B - A.\,T_\pi.$$

Egalant les valeurs du terme commun AT_π de ces deux relations, on a :

$$BC - \Delta.C\,(C - T_\pi) = B\,[C - (M)] - \Theta\,[C - (M)]\,.\,\pi.$$

D'où l'on tire

$$B = \frac{\Delta\,.\,C\,(C - T_\pi) - \Theta\,[C - (M)]\,.\,\pi}{(M)}. \qquad \text{(LXXVIII)}$$

B s'exprime donc ainsi surtout en fonction de T_π et de π qui sont les deux éléments qui, à notre époque, constituent bien la source la plus claire du profit.

CHAPITRE XVIII.

DES MAXIMA ET MINIMA DES FONCTIONS ÉCONOMIQUES.

Cette étude doit constituer un des points les plus intéressants de la question. Les valeurs et les conditions de production de ces maxima et minima sont évidemment de toute importance.

Mais pour faire cette étude, il faudrait d'abord achever celle, si complexe, de la forme de la fonction élémentaire du travail, c'est-à-dire passer de la forme générale :

$$T = k.\, f(i, t)$$

à son expression développée, et le cas échéant, particularisée dans chacune des phases de la production comme dans chacun de ses modes. Cette expression complexe étant déterminée, il suffirait d'appliquer simplement les notions rappelées au chapitre II (nos 18, 19, 20) à la fonction du travail d'abord, et à toutes celles, ensuite, dans l'expression desquelles elle intervient.

C'est ainsi que, par exemple, la condition de maximum ou de minimum de T serait donnée par :

$$k.\, f'(i, t) = 0$$

ou encore

$$f'(i, t) = o \qquad \text{(LXXIX)}$$

d'où l'on déduirait les valeurs de i et de t répondant à la question.

Au surplus, la nature spéciale du phénomène sera donnée particulièrement par l'une des deux relations :

un maximum pour :

$$k.\, f''(i, t) < 0 \qquad \text{(LXXX)}$$

un minimum pour :

$$k.\, f''(i, t) > 0 \qquad \text{(LXXXI)}$$

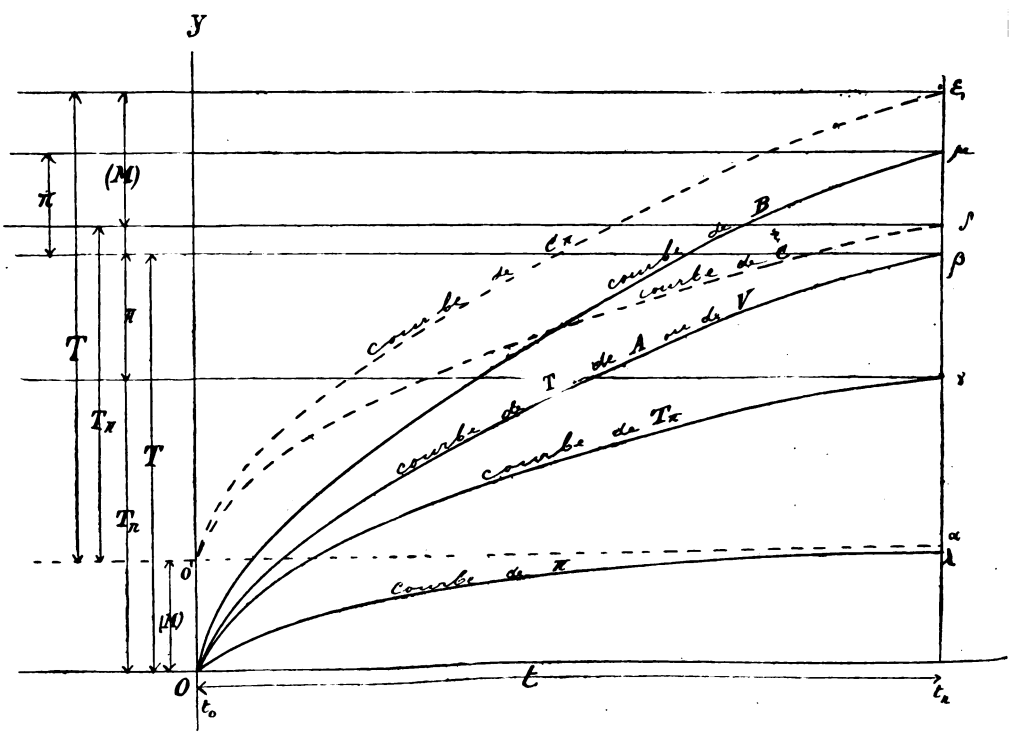
* * *

Alors T étant remplacé, sous sa forme complexe et déterminée, dans toutes les relations où il entre, l'application des 3 conditions ci-dessus serait simplement à répéter.

CHAPITRE XIX.

DE LA POSSIBILITÉ DE REPRÉSENTER GRAPHIQUEMENT LES NOTIONS ÉCONOMIQUES ÉTUDIÉES.

L'on a vu que tous les éléments du capital ont le temps comme variable indépendante : l'axe des x des courbes cherchées sera donc l'axe des temps ; et les valeurs des éléments du capital seront portées en ordonnées. L'on aura successivement :



1) (M) étant une quantité constante et indépendante du temps, pourra se représenter par l'horizontale $o'\alpha$ située à une distance de oX égale à (M). Car si (M) n'est pas rigoureusement un capital, elle est destinée à le devenir et peut être considérée prématurément comme telle.

2) Au début du temps t, le travail T est nul ; donc la *courbe de T* passera par le point O.

A la fin du temps t, T aura une certaine valeur déterminée : $t_{,}\beta$ par exemple.

La courbe de T sera donc une ligne dont l'allure sera à déterminer dans chaque cas, et qui passera par les points O et β. Traçons-la quelconque.

3) La *courbe de* T_π s'obtiendra de même, en prenant $t_\pi\gamma = T_\pi$, et $\beta\gamma$ étant égal à π.

4) En vertu de l'équation (XXIX), la courbe de T représente aussi *celle de* V, et en vertu de l'équation (XXVII) la *variation de* A doit s'effectuer suivant la même loi.

5) La *courbe de* C doit être telle que ses ordonnées soient égales à chaque instant à la somme de celles de $o\gamma$ et de $o\beta$ (ou mieux de $o\gamma$ dans le cas le plus complexe). Elle sera donc soit $o'\varepsilon$, soit $o'\delta$.

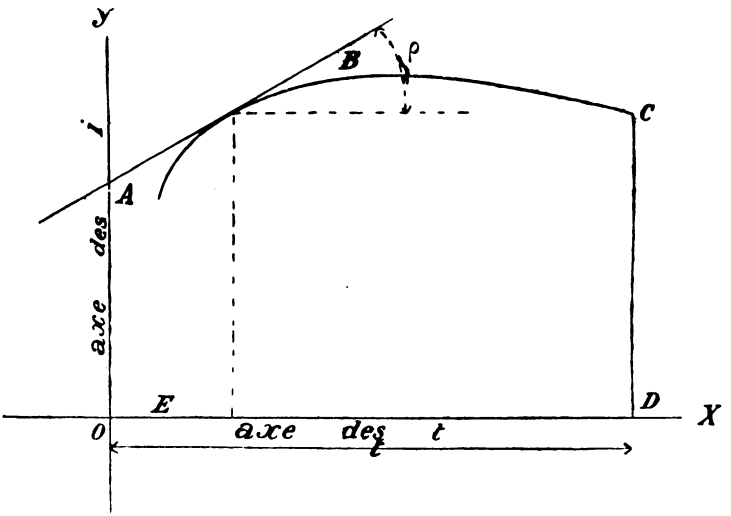
6) La *courbe de* π sera $o\lambda$ dont les ordonnées sont respectivement égales à la différence de celles de $o\beta$ et $o\gamma$.

7) La *courbe de* B sera $o\mu$ dont les ordonnées sont respectivement égales à la somme de celle de $o\beta$ et $o\lambda$.

*
* *

L'on pourra maintenant dessiner sur ces courbes, ou au moyen d'elles, les diverses notions et coefficients complémentaires.

Préalablement, on peut aussi tracer la *courbe de l'intensité du travail* par rapport au temps. On peut le faire assez rigoureusement, dans des cas déterminés, au moyen de



données statistiques ; mais l'on supposera ici une forme générale quelconque ABC, dont les ordonnées donnent donc l'intensité du travail à tous les instants entre le temps *o* et le temps *t*.

On en déduit :

1°) la *quantité de travail* qui est donnée par l'aire A D C D E, pendant le temps *t* (voir formule VI).

2°) l'*accélération* qui est donnée, à un instant quelconque, par la tangente de l'angle ρ que fait, avec l'axe des *x*, la tangente à la courbe au point correspondant (voir formule V).

De même (formule IX) on pourrait tracer la courbe de la *puissance de travail* avec T et *i* comme coordonnées. De même encore (formule XV), la courbe de l'*énergie du travail* s'obtiendrait en prenant T et Q comme coordonnées.

*
* *

Enfin le calcul graphique simple, permettant de multiplier des longueurs entre elles et de les diviser, donnerait successivement ce que l'on a désigné par :

c	(formule XVII)
p	(id. XVIII)
τ	(id. XXXIV)
$\theta = \dfrac{A}{(M) + T}$	(id. XXXIX)
a	(id. XLIV)
D	(id. XLVI)
$\tau_\pi = \dfrac{\pi}{T - T_\pi}$	(id. LXI)
$\theta_\pi = \dfrac{\pi}{M + T - T_\pi}$	(id. LXII)
D_π	(id. LXIV)
a_π	(id. LXIII)
σ	(id. LXX)
δ	(id. LXXI)

et toutes les valeurs qu'on peut en déduire.

INDEX

ERRATA

Page 277, ligne 24, remplacer le signe (par ,
» 281, » 14 et 15 » « le travail » par « la quantité de travail »
» 283, » 7 » « un » potentiel par « son » potentiel
» 284, » dernière » « voir » par « voire »
» 299, titre du chapitre « « chapitre XLI » par « chapitre XII »
» 304, ligne 10, ajouter « dt » au dénominateur de l'expression de T_π

TABLE DES MATIÈRES

Pres by Soc.